Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

MATHÉMATIQUES

SUR QUELQUES QUESTIONS DE LA GÉOMÉTRIE DES ENSEMBLES CONVEXES SITUÉS DANS UN ESPACE LINÉAIRE NORMÉ ET COMPLET

Par M. KREIN

(Présenté par I. M. Vinogradow, de l'Académie, le 20. XI. 1936)

Soit E un espace du type (B), c'est-à-dire un espace linéaire normé et complet *.

Une courbe $L: x = x_t (a \leqslant t \leqslant b)$ située dans E est dite faiblement continue, si pour toute fonctionelle linéaire $f \subset \overline{E}$ la fonction $f(x_t)$ de la variable t est continue dans (a, b). Il est aisé de montrer que le plus petit ensemble E_1, linéaire, fermé et contenant une telle courbe L (l'enveloppe linéaire fermée de L), est un espace séparable du type (B). Donc, d'après un théorème de Banach et Mazur [voir (B), théorème 9, p. 185], l'espace E_1 est équivalent à un sous-espace linéaire fermé de l'espace (C). En tenant compte de ce fait on démontre sans peine le

Théorème 1. *Étant donnée une courbe $L: x = x_t \subset E$ $(a \leqslant t \leqslant b)$ faiblement continue, quelle que soit la fonction $\sigma(t)$ $(a \leqslant t \leqslant b)$ à variation bornée, il existe un et un seul élément $y \subset E$ tel que l'égalité*

$$f(y) = \int_a^b f(x_t)\, d\sigma(t)$$

est vraie pour toute fonction $f \subset \overline{E}$.

Pour cet élément y nous écrivons:

$$y = \int_a^b x_t\, d\sigma(t). \qquad (1)$$

En s'appuyant sur les théorèmes de Helly (1) et un théorème de Mazur (2) on peut encore démontrer le

---

Pour la terminologie et les notations employées dans cette note voir le livre de M. Banach «Théorie des opérations linéaires», Warszawa 1932; en le citant, nous désignerons ce livre par (B).

Théorème 2. *L'ensemble K de tous les $y \subset E$ admettant une représentation* (1) *où $\sigma(t)$ est une fonction non décroissante et à variation totale $\sigma(b) - \sigma(a) = 1$, est le plus petit ensemble convexe fermé renfermant la courbe L. L'ensemble K est faiblement compact et faiblement fermé.*

Maintenant on peut énoncer un théorème qui semble tout d'abord paradoxal.

Théorème 3. *Si l'espace E est tel que la sphère unitaire $\|x\| \leqslant 1$ n'est pas faiblement compacte, quelle que soit la courbe faiblement continue L, l'ensemble correspondant K ne contient que des points frontières. D'ailleurs si la courbe L n'est contenue dans aucun hyperplan $f(x) = c$ ($f \subset \bar{E}$, c est une constante), l'ensemble K contient un ensemble K_0, dense dans K et tel qu' aucun plan d'appui de K ne passe par les points de K_0.*

La première partie de ce théorème est une conséquence immédiate du théorème 2. Pour démontrer la deuxième partie, considérons l'ensemble K_0 des points $y_0 \subset K$ admettant la représentation

$$y_0 = \int_a^b x_t \, d\sigma_0(t),$$

où $\sigma_0(t)$ est une fonction essentiellement croissante dans (a, b) et $\sigma_0(b) - \sigma_0(a) = 1$. D'après le théorème de Mazur (2) déjà cité, l'ensemble convexe K_0, étant faiblement dense dans K, est dense dans K au sens ordinaire. D'autre part, si un hyperplan quelconque $f(x) = c$ passe par un $y_0 \subset K_0$, on a $c = f(y_0)$ et par suite en vertu de

$$f(y_0) = \int_a^b f(x_t) \, d\sigma_0(t) \quad \text{et} \quad \sigma_0(b) - \sigma_0(a) = 1$$

on a aussi:

$$\int_a^b [f(x_t) - c] \, d\sigma_0(t) = 0. \tag{2}$$

Si la courbe L n'est contenue dans aucun hyperplan, on a $f(x_t) - c \not\equiv 0$, et, par conséquent, en vertu de (2), la fonction $f(x_t) - c$ change de signe dans (a, b), c'est-à-dire, l'hyperplan $f(x) = c$ coupe la courbe L et, par conséquent, l'ensemble K. Le théorème 3 est donc démontré.

Remarquons qu'on réalise toutes les conditions du théorème 3 en prenant, par exemple, pour E l'espace (C) des fonctions continues $x = \varphi(s)$ dans $(0,1)$ [avec la définition de la norme $\|x\| = \operatorname{Sup} |\varphi(s)|$] et pour L la courbe située dans (C): $x = e^{(s+1)t}$ $(a \leqslant t \leqslant b)$. $0 \leqslant s \leqslant 1$

Le théorème 2 admet la généralisation suivante.

Théorème 4. *Si un ensemble $G \subset E$ est séparable, faiblement compact et faiblement fermé, le plus petit ensemble convexe fermé K renfermant G possède les mêmes propriétés.*

Remarquons qu'un ensemble G est dit faiblement compact si toute suite d'éléments $\{x_n\} \subset G$ contient une suite partielle $\{x_{n_\nu}\}$ convergeant faiblement vers un élément $x_0 \subset E$. L'ensemble G est d'ailleurs faiblement fermé, si $x_0 \subset G$.

Démonstration du théorème 4. Sans restreindre la généralité on peut supposer que l'espace E est séparable, car dans le cas contraire on pourrait remplacer dans toutes les considérations qui suivent l'espace

E par l'espace séparable E_1, qui est l'enveloppe linéaire fermée de G. E étant séparable, il existe [voir (B), théorème 4. p. 124] une suite de fonctionnelles $\{f_n\} \subset \bar{E}$ faiblement dense dans E. Au moyen de cette suite définissons la distance (x, y) pour tout couple d'éléments $x \subset G$ et $y \subset G$ par la formule:

$$(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|f_n(x) - f_n(y)|}{1 + |f_n(x) - f_n(y)|}.$$

Il est aisé de montrer qu'avec cette définition de la distance l'ensemble G est complet et compact. D'ailleurs la convergence de la suite $\{x_n\} \subset G$ vers x_0 au sens de $\lim_{n \to \infty} (x_n, x_0) = 0$ est équivalente à la convergence faible de la suite $\{x_n\}$ vers x_0.

L'ensemble G étant complet et compact, il existe (3) une transformation continue de l'ensemble parfait et non dense de Cantor $P \subset (0, 1)$ en l'ensemble G. Désignons par x_t l'élément qui correspond à un point $t \subset P$; posons d'ailleurs dans tout intervalle (t_1, t_2) contigu à P:

$$x_t = \frac{(t - t_1) x_{t_1} + (t_2 - t) x_{t_2}}{t_2 - t_1}. \tag{3}$$

Ainsi x_t est défini pour tout $t \subset (0, 1)$. Si une suite $\{t_n\} \subset P$ converge vers t_0, on a $\lim_{n \to \infty} (x_{t_n}, x_{t_0}) = 0$ et par conséquent la suite $\{x_{t_n}\}$ converge faiblement vers x_0. On en conclut aisément que la courbe $L: x = x_t$ $(a \leqslant t \leqslant b)$ est faiblement continue.

Comme, d'autre part, la courbe L contenant G appartient en vertu de la condition (3) à K, on voit que K est en même temps le plus petit ensemble convexe fermé renfermant L; donc le théorème 4 est une conséquence du théorème 2.

Le théorème 4 permet de généraliser un peu la proposition remarquable trouvée par Schauder (4).

A. *Soient E un espace séparable du type (B) et $K \subset E$ un ensemble convexe faiblement compact et faiblement fermé. Toute opération faiblement continue $U(x)$ qui transforme K en lui-même a au moins un point fixe.*

On peut à présent pousser ce résultat un peu plus loin, à savoir:

B. *Soit E un espace du type (B) et $H \subset E$ un ensemble convexe fermé. Toute opération faiblement continue $U(x)$ qui transforme H en un ensemble $G \subset H$ séparable faiblement compact et faiblement fermé a au moins un point fixe.*

En effet, d'après le théorème 4, le plut petit ensemble convexe fermé K renfermant G est séparable, faiblement compact et faiblement fermé. D'autre part, ayant évidemment $G \subset K \subset H$, on en conclut que $U(x)$ transforme K en un ensemble $U(K) \subset G \subset K$, donc d'après la proposition A. de Schauder, $U(x)$ a un point fixe appartenant à K.

Université d'Odessa.

Manuscrit reçu
le 20. XI. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. Wintner, Spektraltheorie der unendlichen Matrizen, S. 78, 89, Leipzig, Hirzel (1929). [2] S. Mazur, Studia Mathematica, IV, S. 81 (1933). [3] F. Hausdorff, Mengenlehre, S. 197, Berlin (1927). [4] J. Schauder, Studia Mathematica, 2 théorème III, S. 176. (1930).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

MATHEMATICS

ON THE DECOMPOSITION OF POISSON LAWS

By D. Raikov

(Communicated by S. N. Bernstein, Member of the Academy, 24. XI. 1936)

A distribution function is called Poisson law, when it is of the form $F\left(\frac{x-\alpha}{\tau};\ \lambda\right)$, $\alpha \lessgtr 0$, $\sigma > 0$, $\lambda \geqslant 0$, where $F(x;\ \lambda) = e^{-\lambda} \sum_{k<x} \frac{\lambda^k}{k!}$ [for $x < 0$ the sum is empty and $F(x;\ \lambda) = 0$]. To the case $\lambda = 0$ corresponds the «unit» law

$$F\left(\frac{x-\alpha}{\sigma};\ 0\right) = F(x-\alpha;\ 0) = \varepsilon(x-\alpha) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < \alpha, \\ 1 & \text{for } x \geqslant \alpha. \end{cases}$$

In the present note the following result is stated: *when a random variable which is distributed according to a Poisson law is a sum of two mutually independent random variables each of these is also distributed according to a Poisson law.* Formulated exactly: *when* $F_1(x)$ *and* $F_2(x)$ *are distribution functions which satisfy the relation*

$$\int_{-\infty}^{\infty} F_1(x-y)\, dF_2(y) = F\left(\frac{x-\alpha}{\sigma};\ \lambda\right) \tag{1}$$

then $F_1(x) = F\left(\frac{x-\alpha-\beta}{\sigma};\ \mu\right)$, $F_2(x) = F\left(\frac{x-\alpha+\beta}{\sigma};\ \nu\right)$, *where* $\mu \geqslant 0$, $\nu \geqslant 0$, $\mu + \nu = \lambda$ *and* β *is an arbitrary real number.*

An analogous theorem for normal distribution laws was recently proved by H. Cramer (1).

The case $\lambda = 0$ is trivial and we reject it. Further we may obviously confine ourselves by considering the equation

$$\int_{-\infty}^{\infty} F_1(x-y)\, dF_2(y) = F(x;\ \lambda), \tag{2}$$

which is obtained from (1) for $\alpha = 0$, $\sigma = 1$. And, indeed, this is practically the most interesting case.

From the fact that $F(x;\lambda)$ increases only at the points $k=0, 1, 2, \ldots$ it is e sy to deduce that $F_1(x)$ can increase only at the points $\beta+k$, and $F_2(x)$ can increase only at the points $-\beta+k$ where β is an arbitrary real number—the first point of increase of $F_1(x)$; $-\beta$ is then the first point of increase of $F_2(x)$. It may be supposed without loss of generality that $\beta=0$. We have then $F_1(x)=\sum_{k\leqslant x} a_k,\ a_0>0,\ a_k\geqslant 0,\ \sum_{k=0}^{\infty} a_k=1$ and similarly $F_2(x)=\sum_{k\leqslant x} b_k,\ b_0>0,\ b_k\geqslant 0,\ \sum_{k=0}^{\infty} b_k=1$.

The characteristic functions related to the distribution laws $F_1(x)$, $F_2(x)$ and $F(x;\lambda)$ are respectively $f_1(t)=\sum_{k=0}^{\infty} a_k e^{ikt}$, $f_2(t)=\sum_{k=0}^{\infty} b_k e^{ikt}$, and $f(t;\lambda)=e^{\lambda(e^{it}-1)}$.

Let us prove that $f_1(t)$ and $f_2(t)$ are entire functions of the complex variable t. We will prove this for $f_1(t)$; the proof for $f_2(t)$ is quite analogous. It is sufficient to prove the convergence of the series $f_1(i\nu)=\sum_{k=0}^{\infty} a_k e^{-k\nu}$ for arbitrary real ν. For $\nu\geqslant 0$ we have $\sum_{k=0}^{\infty} a_k e^{-k\nu}\leqslant 1$. Let $\nu<0$. From the relation $f_1(t)f_2(t)=f(t;\lambda)=e^{\lambda(e^{it}-1)}$ we have $a_k b_0+\ldots$ $\ldots+a_0 b_k=e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!}$ whence $a_k\leqslant\frac{1}{b_0}e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!}$ and

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_k e^{k|\nu|}\leqslant\frac{1}{b_0}e^{\lambda(e^{|\nu|}-1)}<e^{Ce^{|\nu|}}.$$

As $f_1(t)$ and $f_2(t)$ are entire functions and their product $e^{\lambda(e^{it}-1)}$ has no zeros, neither have them $f_1(t)$ and $f_2(t)$. Therefore $f_1(t)=e^{g_1(t)}$, where $g_1(t)$ is an entire function and we may suppose $g_1(0)=0$ since $f_1(0)=1$. But $f_1(t)$ is periodic with the period 2π. Hence $g_1(t)=ait+h_1(t)$, where a is some integer and $h_1(t)$ is an entire periodic function with the period 2π.

Let $A(\nu)=\max_u \Re h_1(u+i\nu)$. We have $|f_1(u+i\nu)|=e^{-a\nu+\Re h_1(u+i\nu)}$, and so from the inequalities

$$|f_1(u+i\nu)|\leqslant f_1(i\nu)\leqslant\begin{cases}1 & \text{for } \nu\geqslant 0\\ e^{Ce^{|\nu|}} & \text{for } \nu<0\end{cases}$$

we obtain the following inequalities for $A(\nu)$:

$$A(\nu)\leqslant\begin{cases}a\nu & \text{for } \nu\geqslant 0\\ Ce^{|\nu|}+a\nu & \text{for } \nu<0\end{cases} \qquad (3)$$

Now it is not difficult to see that $h_1(t)$ can be expanded in a «Fourier series» $\sum_{n=-\infty}^{\infty}\alpha_n e^{int}$, which is absolutely convergent on the whole plane of the complex variable t. From the relation $\overline{f_1(t)}=f_1(-t)$, which is valid for all real t, it follows that all the coefficients α_n are real. Now it may be shown that for all real ν the inequality

$$|\alpha_{-n}e^{n\nu}+\alpha_n e^{-n\nu}|\leqslant\max\{4A(\nu),\ 0\}-2\alpha_0$$

takes place. (The proof of this inequality is given in the same way as it is for the analogous inequality in the theory of power series.) Hence taking $\nu \to +\infty$ and using the first of the inequalities (3) we obtain that $\alpha_n = 0$ for all $n > 0$; similarly taking $\nu \to -\infty$ and using the second of the inequalities (3) we obtain that $\alpha_n = 0$ for all $n > 1$. Thus

$$f_1(t) = e^{ait + \alpha_0 + \alpha_1 e^{it}}.$$

Since $f_1(0) = 1$ we have $\alpha_1 = -\alpha_0 = \mu$. But for all real t we have $|f_1(t)| \leqslant 1$; hence $\mu \geqslant 0$. Finally $a = 0$ since the Fourier series $\sum_{k=0}^{\infty} a_k e^{ikt}$ of the function $f_1(t)$ begins with a constant term. Thus $f_1(t) = e^{\mu(e^{it}-1)}$, $\mu \geqslant 0$. Similarly $f_2(t) = e^{\nu(e^{it}-1)}$, $\nu \geqslant 0$ and $\mu + \nu = \lambda$. Hence $F_1(x) = F(x; \mu)$, $F_2(x) = F(x; \nu)$. The general solution of the equation (2) will be $F_1(x) = F(x - \beta; \mu)$, $F_2(x) = F(x + \beta; \nu)$.

Institute of Mathematics
Moscow University.

Received.
24. XI. 1936.

REFERENCES

[1] H. Cramer, Mathematische Zeitschrift, **41**, H. 3, 405—414.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

LA SOLUTION D'UN PROBLÈME AUX LIMITES POUR L'ÉQUATION DES ONDES DANS LE CAS DU CERCLE ET DE LA SPHÈRE

Par V. I. SMIRNOV (SMIRNOFF), membre correspondant de l'Académie

Nous considérons d'abord l'équation des ondes dans le cas plan:

$$a^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}. \tag{1}$$

Il est facile de vérifier, que si $\varphi[t, M(x, y)]$ est une solution homogène de degré zéro des variables (t, x, y) qui s'annule sur la circonférence $ar = t$ $(r = \sqrt{x^2 + y^2})$, l'expression

$$\int_{ar}^{t} \omega(\tau)\, \varphi(t - \tau, M)\, d\tau, \tag{2}$$

où $\omega(\tau)$ est une fonction continue arbitraire, est aussi une solution de l'équation (1). Nous pouvons écrire les solutions de l'équation (1), qui satisfont aux conditions précédemment indiquées. Ces solutions ont la forme:

$$\left[\left(\frac{t}{ar} + \sqrt{\frac{t^2}{a^2r^2} - 1}\right)^m - \left(\frac{t}{ar} - \sqrt{\frac{t^2}{a^2r^2} - 1}\right)^m\right] \begin{matrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{matrix}$$
$$(m = 1, 2, \ldots;\ t \geqslant ar),$$

ce qu'on peut écrire à un facteur constant près sous la forme:

$$\sqrt{\frac{t^2}{a^2r^2} - 1}\, U_{m-1}\left(\frac{t}{ar}\right) \begin{matrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{matrix} \qquad (m = 1, 2, \ldots;\ t \geqslant ar), \tag{3}$$

où

$$U_m(x) = \frac{1}{(m+1)^2} T'_{m+1}(x), \quad T_m(x) = \cos(m \arccos x)$$

et (r, φ) sont les coordonnées polaires du point M. Dans le cas $m = 0$ au lieu de (3) nous avons la solution de V. Volterra:

$$\log\left(\frac{t}{ar} + \sqrt{\frac{t^2}{a^2r^2} - 1}\right). \tag{4}$$

Posons le problème: trouver la solution de l'équation (1) dans le domaine $r > 1$, si

$$\varphi_m(t,\ M)\Big|_{t=0} = \frac{\partial \varphi_m(t,\ M)}{\partial t}\Big|_{t=0} = 0 \tag{5}$$

et si l'on a sur la circonférence $r = 1$ la condition

$$\varphi_m(t,\ M)\Big|_{r=1} = f_m(t)\begin{matrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{matrix}. \tag{6}$$

Pour ce qui suit il suffit de supposer que la fonction donnée $f_m(t)$ a des dérivées continues jusqu'au troisième ordre et que les conditions: $f_m(0) = f'_m(0) = 0$ sont vérifiées. Nous allons chercher cette solution sous la forme:

$$\varphi_m(t,\ M) = \int_0^{t-ar+a} \omega_m(\tau)\sqrt{\frac{(t-\tau+a)^2}{a^2r^2} - 1}\, U_{m-1}\left(\frac{t-\tau+a}{ar}\right)d\tau \times \begin{Bmatrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{Bmatrix}. \tag{7}$$

Nous ne pouvons pas différentier deux fois sous le signe d'intégrale, mais, en intégrant par parties, il est facile de prouver que la formule (7) nous donne une solution de l'équation (1). Cette solution satisfait aux conditions (5) et a sur le front d'onde une discontinuité du second ordre au plus. La condition (6) nous donne l'équation intégrale pour $\omega_m(\tau)$:

$$\int_0^t \omega_m(\tau)\sqrt{\frac{(t-\tau+a)^2}{a^2} - 1}\, U_{m-1}\left(\frac{t-\tau+a}{a}\right)d\tau = f_m(t) \quad (t \geqslant 0),$$

ou bien en différentiant par rapport à t, nous aurons l'équation équivalente:

$$\int_0^t \omega_m(\tau)\frac{T_m\left(\frac{t-\tau+a}{a}\right)}{\sqrt{(t-\tau+a)^2 - a^2}}\,d\tau = f'_m(t). \quad (m = 0,\ 1,\ 2,\ \ldots). \tag{8}$$

Pour l'équation des ondes à quatre variables indépendantes:

$$a^2\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2},$$

les solutions, qui satisfont aux conditions signalées plus haut, ont la forme:

$$Q_{n+1}\left(\frac{t}{ar}\right)P_n^{(m)}(\cos\vartheta)\begin{matrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{matrix} \qquad (n = 0,\ 1,\ \ldots;\ m = 0,\ 1,\ \ldots,\ n), \tag{9}$$

où $P_n^{(m)}(\cos\vartheta)\cos m\varphi$ et $P_n^{(m)}(\cos\vartheta)\sin m\varphi$ sont les fonctions sphériques, $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$;

$$Q_{n+1}(x) = \int_1^x P_n(x)\,dx,$$

et $P_n(x)$ — les polynômes de Legendre. Dans ce cas pour les conditions aux limites de la forme:

$$\varphi(t, M)\Big|_{r=1} = f_{m,n}(t)P_n^{(m)}(\cos\vartheta)\begin{matrix}\cos m\varphi \\ \sin m\varphi\end{matrix}, \tag{10}$$

il faut poser

$$\varphi(t,\ M) = \int_0^{t-ar+a} \omega_{m,n}(\tau)\, Q_{n+1}\Big(\frac{t-\tau+a}{ar}\Big)\, d\tau \times P_n^{(m)}(\cos\vartheta) \begin{cases} \cos m\varphi \\ \sin m\varphi \end{cases}, \qquad (11)$$

et pour la fonction $\omega_{m,n}(\tau)$ nous aurons l'équation intégrale:

$$\int_0^t \omega_{m,n}(\tau)\, P_n\Big(\frac{t-\tau+a}{a}\Big)\, d\tau = a f'_{m,n}(t). \qquad (12)$$

Les équations (8) appartiennent au type des équations considérées déjà en 1884 par Sonine (1). Si l'on suppose que la dérivée continue $f''_{m,n}(t)$ existe, l'équation (12) se transforme en une équation intégrale de Volterra de seconde espèce dont le noyau dépend de la différence des arguments (2).

Nous pouvons évidemment supposer $a = 1$ et, en appliquant les méthodes usuelles, nous aurons la solution de l'équation (8) sous la forme:

$$\omega_m(\tau) = \int_0^{\tau} H_m(\tau - x)\, f''_m(x)\, dx, \qquad (13)$$

où le noyau $H_m(z)$ $(z > 0)$ s'exprime par la formule:

$$H_m(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} e^{sz} \frac{e^{-s}}{sR_m(s)}\, ds. \qquad (14)$$

Dans cette formule c est un nombre positif assez grand, et pour obtenir la fonction $R_m(s)$ il faut remplacer t^p, dans le polynôme $T_m(t)$ par $(-1)^p K_0^{(p)}(s)$, où $K_0(s)$ est la fonction de Macdonald bien connue dans la théorie des fonctions de Bessel. Il est facile de prouver que pour $z \to +0$ la fonction $H_m(z)$ devient infinie d'ordre $\frac{1}{\sqrt{z}}$.

La solution de l'équation (12) s'exprime par la formule:

$$\omega_{m,n}(\tau) = f''_{m,n}(\tau) - \int_0^t H_{m,n}(\tau - x)\, f''_{m,n}(x)\, dx, \qquad (15)$$

où $H_{m,n}(z)$ est égale à la somme des résidus de la fonction

$$X(s) = \frac{-s^n}{s^n + s^{n-1}P'_n(1) + s^{n-2}P''_n(1) + \ldots + P_n^{(n)}(1)}\, e^{sz}$$

par rapport aux zéros du dénominateur.

Les solutions singulières (3) et (8) peuvent être obtenues d'une façon naturelle par l'application de la théorie générale donnée par S. L. Sobolev et l'auteur (3).

Remarquons enfin qu'on peut appliquer les solutions singulières signalées plus haut à la résolution du problème pour la partie intérieure de la sphère et du cercle. Prenons, par exemple, le cas de la sphère et les

conditions (9) sur la surface de cette sphère. On doit prendre la solution sous la forme:

$$\varphi = \int_0^{r+t-1} \omega_{m,n}(\tau)\, Q_{n+1}\left(\frac{1+\tau-t}{r}\right) d\tau \times P_n^{(m)}(\cos\vartheta)\cos m\varphi, \qquad (16)$$

où nous avons posé $a = 1$. La fonction $\omega_{m,n}(\tau)$ peut être définie comme plus haut. La solution (16) a lieu pour $0 \leqslant t \leqslant 1$. Ensuite il faut appliquer la formule de Poisson pour réduire les conditions initiales à zéro. Cette formule de Poisson nous donne la solution pour $1 \leqslant t \leqslant 2$. Pour l'intervalle $2 \leqslant t \leqslant 3$ il faut appliquer la solution de la forme (16) en changeant les conditions aux limites au moyen de la formule de Poisson.

Dans la note suivante nous allons appliquer la méthode ci-dessus aux problèmes analogues de la théorie de l'élasticité.

Institut de Mathématiques et de Mécanique
Université de Léningrad.

Manuscrit reçu
le 11. XI. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] N. Sonine, Acta Mathem., 4, 171 (1884) [2] V. Volterra, Leçons sur les équat. intégr., Paris, pp. 52—56 (1913). [3] V. Smirnov et S. Sobolev, Public. de l'Institut Seismol. de l'Ac. d. Sc. de l'URSS, № 29, 1—5 (1933).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

CHEMIE

ÜBER DIE FARBE DER NITROBENZOYL-DERIVATE AROMATISCHER AMINE

IV. VOM CHROMOPHOR GETRENNTE AUXO-ENOIDE SYSTEME

Von W. A. ISMAILSKI und B. M. BOGOSLOWSKI

(Vorgelegt von A. E. Poraj-Košic, Mitglied der Akademie, d. 21. XI. 1936)

In den vorigen Mitteilungen von W. Ismailski und E. Smirnov wurde gezeigt, dass die Nitrobenzoyl-derivate aromatischer Amine durch die Einführung von Auxo-gruppen (1) in den zweiten Kern (I):

$$\text{I.}\quad O_2N-C_6H_4-CONH-C_6H_4-(auxo);$$
$$\text{II.}\quad O_2N-C_6H_4-Q-C_6H_4-(auxo)$$

in intensiv gefärbte Verbindungen von gelb oder orange (III) bis dunkel rot (VI) umgewandelt werden.

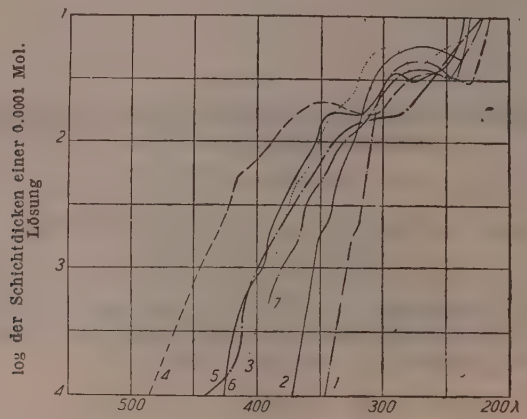
Ausführliche Untersuchungen führten zu dem Schluss, dass die Farbe nicht durch die Isomerisierung der Gruppe CONH in die Gruppe $C(OH)=N$ erklärt werden kann, dass diese Färbung vielmehr durch eine direkte Zusammenwirkung des nitro-enoiden Teils des Moleküls mit dem auxo-enoiden (1) Teil zustandekommt. Die gefärbte Verbindungen können also auch in den Fällen entstehen, wenn die Bindungsgruppe Q in den Verbindungen, die nach dem Typus (II) gebaut sind keine konjugierende Doppelbindung enthält.

Eine der Tatsachen, die zu dieser Folgerung führte, war die gelbe Farbe des N-Methylderivates (IV). Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin— obige Schlussfolgerung durch die Darstellung der Verbindungen, in denen $Q=-CO-N(CH_2C_6H_5)-$ ist, zu prüfen.

Wir fanden, dass die Einführung der $C_6H_5CH_2$-Gruppe einen starken hypsochromen Effekt gibt, der etwas stärker als der CH_3 ist. (Fig. 1 und 2). Im Falle *auxo*$=OH$ erhält man statt der gelben eine gelbliche Verbindung (V). Im Falle *auxo*$=N(CH_3)_2$, welche ein stärkeres und selbständigeres *auxo* ist, erhält man aber, trotz der Unmöglichkeit der Tautomerisierung der Amidogruppe eine rote Verbindung (VII). Es ist somit bestätigt, dass die rote Farbe von (VI) nicht durch Tautomerisierung von CONH-Gruppe erklärt werden kann, und ebenfalls keine Erklärung findet durch die Gegenwart einer ununterbrochenen konjugierten Kette zwischen *auxo*-$N(CH_3)_2$ und Acichromophor* NO_2.

[1] Die Begründung dieses Begriffs ist in einer druckfertigen Arbeit von Ismailski u. Smirnov gegeben.

Bathochrome Verschiebung der Absorptionsgrenze beträgt bei einer Schichtdicke von 1000 mm 0.0001 Mol-Lösung bei der Einführung von OH und $C_6H_5CH_2$ in *p*-Nitrobenzoylanilin nur 9 μμ, bei der Einführung von $N(CH_3)_2$ und $C_6H_5CH_2$—65 μμ (statt 142 μμ ohne $C_6H_5CH_2$). Das Maximum ist in beiden Fällen dagegen hypsochrom verschoben. Unsere Beobachtungen in bezug auf Maximum-Verschiebung fallen also mit den Ansichten von Burawoy (2) zusammen.



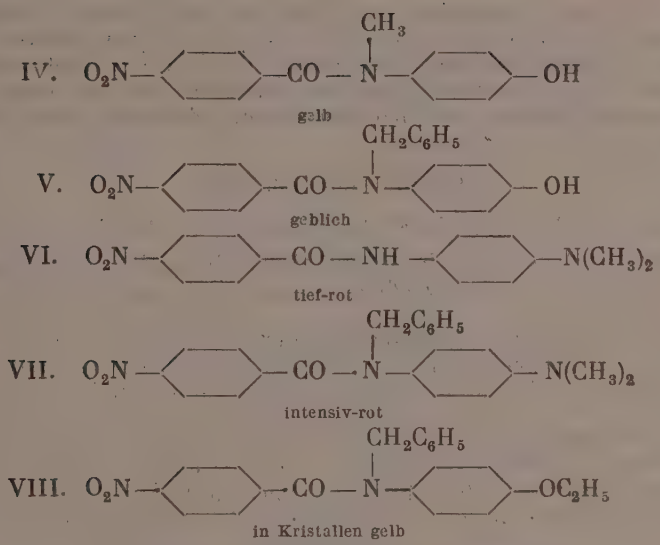
1. $C_6H_5CONHC_6H_5$ — — · — · —
2. $C_6H_5CONHC_6H_4OH$ ———
3. $O_2NC_6H_4CONHC_6H_5$ ·····
4. $O_2NC_6H_4CONHC_6H_4OH$ — — — — —
5. $O_2NC_6H_4CO{-}N(CH_3){-}C_6H_4OH$ — · — · —
6. $O_2NC_6H_4CO{-}N(CH_2C_6H_5){-}C_6H_4OH$ ———
7. $O_2NC_6H_4CO{-}N(CH_2C_6H_5){-}C_6H_4OC_2H_5$ — · — · —

Abb. 1. Absorptionskurven *1*, *2*, *3*, *4* und *5* sind aus der Untersuchung von W. Ismailski und E. Smirnov (l. c.) entnommen.

Bathochrome Verschiebung der Kurve bei Einführung von NO_2- und $C_6H_5CH_2$-Gruppe in C_6H_5—CONH—C_6H_4—$N(CH_3)_2$ beträgt 59 μμ. Der Effekt von NO_2 und von $N(CH_3)_2$ in gegebener Kombination ist also sehr nahe— wie dies auch in den anderen Fällen von Ismailski und Smirnov beobachtet wurde.

III. $O_2NC_6H_4CONHC_6H_4OH$

orange



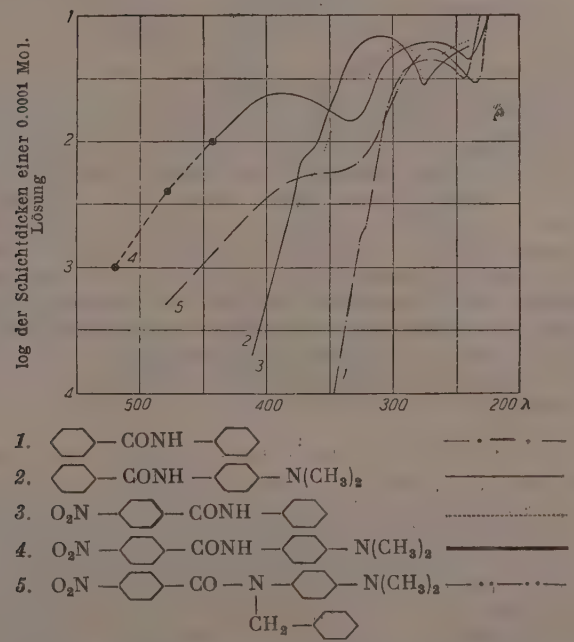


Abb. 2. Absorptionskurven *1*, *2*, *3* und *4* sind aus der Untersuchung von W. Ismailski und E. Smirnov (l. c.) entnommen.

Das bei einer Reihe von Derivaten gefundene Maximum ca. 270 μμ fällt zusammen mit dem Maximum des Benzoylanilins.

Da wir dieses Absorptionsband nicht nur bei N-Benzoyl-amino-phenol (270 μμ), N-*p*-Nitro-benzoyl-amino-phenol (ca. 260 μμ), sondern auch bei analogen N-Benzylderivaten mit *auxo*=OH, $N(CH_3)_2$ beobachten, zeigt sich hiermit als erwiesen, dass dieses Band der Gruppe C(OH)—N nicht zugeschrieben werden kann. Die Genetik des Maximums wird später besprochen.

EXPERIMENTELLER TEIL

1. N-Benzyl-N-[4-Nitrobenzoyl]-*p*-Amino-phenol (V)

13 g N-Benzyl-*p*-aminophenol und 12 g Soda werden in 250 ccm Wasser und 100 ccm Alkohol gelöst. Zu dieser Lösung wird unter energischem Rühren, innerhalb 10 Minuten, eine Lösung von 12 g Nitrobenzoylchlorid in 100 ccm Benzol zugetropft. Die dunkelbraune Benzolschicht wird abgetrennt und über $CaCl_2$ getrocknet. Nachdem im Vakuum das Benzol abdestilliert wird, liegt ein lockerer hellbrauner Rückstand vor. Nach zweimaligem Kristallisieren aus Alkohol und einmaligem aus Benzol erhält man weisse schwach gelbliche Plättchen mit Sm. p. 180—181°. Leicht löslich in Aceton, in heissem Äthyl-und Methylalkohol, sehr schwer löslich in Benzol. Unlöslich im Wasser und Petroläther. In Alkali leicht löslich unter starker Gelbfärbung. Leicht löslich mit gelber Farbe in Pyridin, etwas löslich in conc. Ammoniak.

0.2450 g; 26.9 cm^3 N_2 (24°, 752 mm).
$C_{20}H_{16}N_2O_4$: ber. N 8.05%; gef. N 7.98%.

Darstellung von N-Benzyl-*p*-aminophenol durch Reduktion von N-Benzal-*p*-aminophenol mit Zinkstaub in alkalischer Lösung ([3], [4]) Zur Lösung von 5 g N-Benzal-*p*-Aminophenol in 40 ccm 15%-iger KOH werden bei 40—50° 4 g Zinkstaub zugegeben (mischen). Die intensiv gelb gefärbte Lösung wird nach 4 Std. farblos. (Probe: durch Ansäuern mit Schwefelsäure soll kein Geruch nach Benzaldehyd auftreten.) Auf 50—60 ccm kaltes Wasser geben, mit Schwefelsäure neutralisieren; den ausgefällten Niederschlag abfiltrieren, mit wenig kaltem Wasser waschen und dann mit 40 cm^3 Alkohol erwärmen; vom Zink abfiltrieren und unter Rühren 150 cm^3 kaltes Wasser zugeben. Der erhaltene schneeweisse Rückstand, bei 30° getrocknet, zeigt Sm. p. 89° ([3]). Ausbeute 75% der Theorie.

Die Reduktion mit Magnesium ([5]) in abs. Methylalkohol gab nicht das gewünschte Produkt.

2. N-Benzyl-N-[4-Nitrobenzoyl]-*p*-Phenetidin (VIII)

Zu dunkelgelber Lösung von 4 g N-Benzyl-N-[4-Nitrobenzoyl]-*p*-Aminophenol in 15 cm^3 10%-ger NaOH-Lösung, wird 6 g Diäthylsulfat zugegeben. Nach 30 Min. Schütteln, wird die Lösung innerhalb 1 Std. im Wasserbad auf 65—70° erwärmt. Das am Boden des Kolbens sich bildende dunkelgelbe Öl wird mit kaltem Wasser gewaschen. Das Rohprodukt—hellgelbe Klümpchen mit Sm. p. 98—99°. Ausbeute 4.45 g (96% der Theorie). Nach dreimaligem Kristallisieren aus einem Gemisch von Äthyl- und Methylalkohol erhält man lange gelbe Nadeln (gepulvert fast farblos) mit Sm. p. 101—102°. Leicht löslich in Aceton, heissem Methyl- und Äthylalkohol, schwer in Benzol. Unlöslich in Wasser und Alkali.

0.1165 g; 7.45 cm^3 N_2 (13°, 757.4 mm).
$C_{22}H_{20}N_2O_4$: ber. N 7.45%; gef. N 7.56%.

3. N, N-Dimethyl-N'-Benzyl-N']-[4 Nitrobenzoyl]-*p*-Phenylendiamin (VII)

Zur Lösung von 5 g N, N-Dimethyl-N'-Benzyl-*p*-Phenylendiamin in 100 cm³ Benzol wird eine Lösung von 6 g $NaHCO_3$ in 50 cm³ Wasser zugegeben und langsam unter energischem Mischen eine Lösung von 5.3 g 4-Nitro-benzoylchlorid in 25 cm³ Benzol hinzugefügt. 30 Min. mischen. Nach dem Abdestillieren der Hälfte des Benzols liegt ein gelb-brauner Produkt vor—9.7 g Sm. p. 85—90°. Nach zweimaligem Kristallisieren aus Aceton und einmal aus Methanol erhält man 5.1 g (ca. 50% der Theorie) intensiv-rote Kristalle in groben Prismen. Sm. p. 118—119°. Leicht löslich in Aceton, Pyridin, Chloroform, Äther und Methylalkohol; schwer löslich in Äthylalkohol und Benzol; unlöslich in Wasser.

0.1685 g; 16.7 cm³ N_2(25°, 763.2 mm).
$C_{22}H_{21}N_3O_3$: ber. N 11.2%; gef. N 11.28%.

Darstellung von N,N-Dimethyl-N'-Benzyl-*p*-Phenylendiamin durch Reduktion von N, N-Dimethyl-N'-Benzal-*p*-Phenylendiamin. a) Reduktion mit Zinkstaub in alkalischer Lösung. 20 g Azomethin (Sm. p. 100.5—101°) (6) lösen in einer Mischung von 240 cm³ Alkohol mit 180 cm³ 15%-iger KOH-Lösung. Hierzu unter gutem Mischen 24 g Zinkstaub. Diese Mischung 2 Std. erwärmen bei 70—80°. Die Reaktion ist beendet, wenn die gelbe Farbe der Lösung in grau übergegangen ist und eine Probe beim Ansäuern keinen Geruch nach Benzaldehyd gibt. Der Zinkschlamm wird abfiltriert und mit 70 ccm heissen Alkohols gewaschen. Das Waschfiltrat zu dem Hauptfiltrat geben. Die alkoholische Lösung mit 500 ccm Wasser verdünnen und vom ausgefallenen Rückstand absaugen. Bei Kristallisation aus Alkohol erhält man hellgelbe Plättchen mit Sm. p. 43—43.5°. Leicht löslich in Methyl- und Äthylalkohol, Chloroform und Aceton.

0.2450 g: 26.9 cm³ N_2 (24°, 752 mm).
$C_{15}H_8N_2$: ber. N 12.38%; gef. N 12.35%.

b) Reduction mit Magnesium in abs. Methylalkohol ergab auch hier schlechte Resultate. Acylierung ohne Isolierung des Benzylderivates ergab niedrige Ausbeute. Das erhaltene Präparat war verunreinigt. Bei der Reinigung liessen sich isolieren 4-Nitrobenzoesäure (Sm. p. 238°), Benzyläther der 4-Nitrobenzoesäure (Sm. p. 83—84°) und N,N-Dimethyl-N'-[4-Nitrobenzoyl]-*p*-Phenylendiamin (Sm. p. 258°). Die Bildung der letzten zwei Produkte zeigt, dass eine Spaltung in 4-Amino-Dimethylanilin und Benzylalkohol eingetreten ist.

Schlussfolgerungen

Vorliegende Untersuchung bestätigt die Schlussfolgerungen der Untersuchung von Ismailski und Smirnov (l. c.):

1. Der bei der Einführung von Auxo in N-Benzyl-Derivate von *p*-Nitrobenzoyl-anilin (I) beobachtete bathochrome Effekt kann in Gegenwart genügend starker Auxogruppen [$N(CH_3)_2$] zu sichtbarer Farbe führen (vgl. besonders VII).

2. Die bei der Einführung von Auxo in Nitrobenzoylderivate aromatischer Amine beobachteten Farben können nicht durch die Isomerisierung

[1] Nach Angabe von Ismailski und Smirnov.

der Amidogruppe CONH in die Iminoalkoholgruppe C(OH)=N erklärt werden.

3. Der Chromozustand in den angegebenen Nitrobenzoylderivaten muss erklärt werden durch eine direkte Zusammenwirkung des nitro-enoiden Systems mit dem auxo-enoiden System. Das auxo-enoide System ist in diesem Falle von der chromophoren Gruppe durch die Gegenwart einer, die konjugierende Kette zwischen NO_2-Chromophor und Auxo störender Gruppe [in unserem Falle $CO.N(CH_2C_6H_5)$] getrennt.

Vorliegende Arbeit wurde unter Subvention des Comité für Chemiesierung der Volkswirtschaft von UdSSR ausgeführt.

Organo-chemisches Laboratorium.
Pädagogisches Karl-Liebknecht Institut.
Moskau.

Eingegangen
d. 21. XI. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] W. A. Ismailski u. A. M. Simonov, Bull. Soc. Ch., **3**, 1540, 1740 (1936). [2] A. Burawoy, Ber., **64**, 142 (1931); Ber., **63**, 3155 (1930); Ber., **65**, 94 (1932). [3] D. R. P. 211869 (Friedländer, IX, 154). [4] Bakunin, Gazz. Chim. Italiana, **36**, II, 213, 218. [5] Zechmeister u. Truk, Ber., **63**, 2883 (1930). [6] Calm, Ber., **17**, 2490 (1884); Kohler, A. **241**, 361 (1887).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

CHEMISTRY

ON A NEW KIND OF MULTIPLE EMULSION AND ON SPONTANEOUS FORMATION OF EMULSION SYSTEM

By F. M. ŠEMIAKIN

(Communicated by N. S. Kurnakov, Member of the Academy, 14. XI. 1936)

F. M. Šemiakin (1) has shown that in an emulsion system (toluene-gelatine-water) solidifying into a gel, the spacings between the Liesegang layers are much smaller than they are in a pure gelatine gel under the same conditions. Such a system is a heterogeneous system of the second order, where the drops of toluene are distributed in a heterogeneous system of the first order, in a gelatine sol or gel. Up to the present, no systematic study of heterogeneous systems of the second and higher orders has been made. Such systems, however, are not infrequently encountered both in industry and in living nature. An instance of complex systems is to be found in the so-called multiple emulsions (2). In studying the toluene-gelatine-water system, the writer* obtained a new kind of multiple macro-emulsion. In order to obtain it, mixtures of a composition given below had been agitated in a shaker for a space of 40 minutes.

Table 1

Gold alimentary Gelatine, Moscow Factory
Temperature of experiment 22°C

Nos of points	Toluene	10% Gelatine	Water	Diameter of globules
29	8 cm³	1 cm³	1 cm³	0.1 —0.15 cm
30	7 »	2 »	1 »	0.15—0.25 »

What is obtained is a suspension of gelatine jelly globules with inclusions of minute droplets of toluene. The diameter of the globules is 0.1—0.25 cm. They float in the excess of toluene and are not unlike the eggs of a frog in appearance.

All the globules are practically of the same diameter. Fig. 1 represents the mixture obtained in the second case. Fig. 2 is an enlarged reproduction of a jelly-like globule. The tiny drops of toluene of different diameters distributed in it are to be seen quite clearly.

* Working together with V. I. Antropova.

The Gibbs triangle method was used by the writer to study the diffusion of a 25% ammonia solution in a toluene-gelatine-water system, with bromthymolblau used as an indicator. This investigation has shown that the rate of diffusion in this system differs but slightly from that of ammonia in the gel of a gelatine containing no toluene. Thus, the above-mentioned reduced spacings between the Liesegang layers in the toluene-gelatine-water system are not accounted for by an increased diffusion rate but are probably due to the chemical action of the toluene on the potassium bichromate, or on the silver nitrate, this resulting in an altered chemical composition of the precipitate (3).

Fig. 1.

C. Füchtbauer (4) observed the formation of Liesegang layers during the diffusion of caustic potash in an agar gel containing chloral hydrate, according to the equation:

$$KOH + CCl_3CH(OH)_2 \rightarrow CCl_3H + CH\begin{matrix}=O\\ \diagdown OK\end{matrix} + H_2O.$$

This was accompanied by the separation of droplets of chloroform which were grouped into layers. The writer* used the Gibbs triangle method to study the reaction between caustic potash and chloral hydrate both in gelatine and in agar, a 5% solution of caustic potash being used as the outer component, and a saturated aqueous solution of chloral hydrate as the inner one. A 10% solution of the Gold gelatine of the Moscow Works or a 2% agar solution were used. For the inner component, and also for

* Working together with A. I. Lazareva.

the gelatne and the agar, the initial concentrations are shown in the apexes of the triangle.

In the case of the gelatine, at points 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36 (5) of the Gibbs triangle the gel remains absolutely clear, no chloroform being visibly separated within the gel.

The penetration of caustic potash into a gel containing chloral hydrate may be observed from the difference in light refraction at the boundary

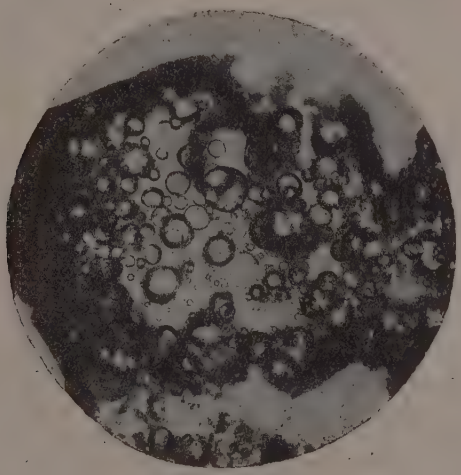


Fig. 2.

of the diffusion field. The «retardation» zone may also be traced from the difference in light refraction (6). After 6 h. 30 min., the width of the retardation zone is 0.5—0.2 cm.

At all the other points there is formed, immediately beyond the meniscus of the gel, a transparent zone of a width of 0.2—0.5 cm, which is followed by a wide zone consisting of the minutset emulsion of chloroform in the gel. The «retardation» zone is either unperceivable or only trifling.

Morphologically speaking, the points 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28 and 36 differ in a striking manner from all the other points of the triangle.

The «retardation zone», perceivable only from the difference in light refraction, gradually descends lower and lower, forming a «movable layer» similar to the one described by P. F. Michalev and F. M. Šemiakin (7) for mercury iodide.

At other points, a system of the second order is formed (8), an emulsion of chloroform in the gel, i. e., in a system of the first order.

If, before the diffusion of the alkali, some phenol-phthaleine is added to the mixture of gelatine and chloral hydrate, it is clearly to be seen that at the points where the chloroform emulsion becomes separated in the gelatine, a «retardation zone» is also formed. It has a width of 0.15—0.2 cm and is coloured crimson by the phenolphthaleine.

To treat the gel with a saturated solution of caustic potash is out of the question, since that would produce a violent heating at the alkali—gel boundary, causing the gel to melt.

In the experiments with 5% caustic potash the temperature was 18° C. Two or three days after the beginning of the experiment, there appear within the gel lenticular and twisted discoid bubbles, probably due to vaporized chloroform.

The system obtained is thus a still more complicated heterogeneous system, consisting of vapours, a liquid and a gel as a medium.

If the same reaction is made to occur in agar, according to the Gibbs triangle method the result obtained is in the main similar to that observed in gelatine, except that the layers are more clearly defined, in conformity with Füchtbauer's observations. Rather ill-defined layers are obtained at points 2, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35.

At point 2 the layers are the most distinct. At points 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, the agar gel remains clear, as is also the case with gelatine.

Thus, both in the gelatine and in the agar, we observe a very interesting instance of a spontaneous formation of an emulsion in a gel, as a result of a chemical reaction between chloral hydrate and an alkali solution diffusing in the gel.

Institute of General and Inorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the USSR,
Moscow.

Received
14. XI. 1936.

REFERENCES

[1] Ф. М. Шемякин, ЖОХ, 3, 140 (1933); F. M. Schemjakin, Koll. ZS., **64**, 326 (1933). [2] В. Клейтон, Теория эмульсий, стр. 93, Москва (1933). [3] Ф. М. Шемякин, Ученые записки МГУ, вып. 6, Химия, 93 (1936); П. Ф. Михалев и Ф. М. Шемякин, ЖФХ, **5**, 750 (1934). [4] C. Füchtbauer, ZS. f. phys. Chem., **48**, 567 (1904). [5] For the numbering of the point cf. П. Ф. Михалев и Ф. М. Шемякин, ЖОХ, 4, 1117 (1934). [6] Ф. М. Шемякин, ЖРХО, 62, 1890—1891 (1930); Koll. ZS., **58**, 325 (1932). [7] П. Ф. Михалев и Ф. М. Шемякин, ЖОХ, 3, 1001 (1933). [8] Ф. М. Шемякин, ЖОХ, **3**, 140 (1933).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

BIOCHIMIE

LA TRANSFORMATION DES MATIÈRES PLASTIQUES DU BOIS APRÈS LA COUPE DE L'ARBRE

Par A. A. JACENKO-CHMELEVSKIJ (YATSENKO-KHMÉLEVSKY)

(Présenté par A. A. Richter, de l'Académie, la 21. V. 1936)

Dans un travail de notre laboratoire, publié vers la fin de l'année passée (1), nous avons constaté que durant 3 mois après la coupe de l'arbre dans le bois du hêtre se déroule un processus de la transformation de l'amidon (qui remplissait au moment de l'abattage tous les éléments parenchymateux du bois) en une matière d'une constitution chimique indéterminée. Cette matière, d'après ses réactions et le mode de sa formation, paraît être identique à la matière dans le bois blessé decrite par Frank (2) sous le nom de la gomme de bois ou gomme de défense (Holz- oder Schutzgummi). Vu que cette substance par le mode de sa formation est différente de la véritable gomme (colle), qui est formée par la désagrégation des parois cellulaires (voir Van-Wisselingh), nous avons préféré de la nommer «matière traumatique du bois». Outre la transformation de la matière traumatique, nous avons observé dans le bois l'apparition du sucre et la formation de rare thylles.

Notre travail avait pour objet le bois en grume laissé dans le taillis qu'on ne pouvait soustraire d'une masse d'influences extérieures. Pour recevoir des données plus exactes sur les processus se déroulant dans le bois après la coupe de l'arbre nous avons décidé de refaire ces expériences au laboratoire.

Pour notre étude nous avons choisi le bois du saule (*Salix fragilis* L.) et du pistachier (*Pistacia mutica* C. A. Mey).

Les expériences avec le saule ont été répété deux fois. Pour la première série des expériences, le premier mars 1935 un tronc du saule fut scié dans les environs de Tbilisi (Tiflis). Pour éviter la possibilité de la contamination du bois coupé par les spores des champignons, la scie et le tronc furent lavés avec de l'alcool. Au laboratoire, le billot de saule a été divisé en morceaux de dimension d'une boîte d'allumettes ($2\times2\times3$ cm). Une partie de ces morceaux a été placée dans une étuve fermée contenant de l'eau au fond pour maintenir l'humidité de l'air, une autre dans des appareils (dits appareils d'Oguievsky) servant à la germination des semences dans les conditions de l'humidité saturée de l'air. Au cours des expériences, une partie de ces appareils a été placée dans un thermostate, chauffé jusqu'à 40° C.

Le bois a été analysé microscopiquement sur les coupes radiales, d'après les méthodes utilisées généralement dans la microchimie des plantes [Mollisch (3), Tunmann (4)]. Les analyses ont été faites dans 10, 20, 30, 50, 65 et 93 jours après la coupe de l'arbre. On déterminait la quantité et la localisation de l'amidon, de la graisse, du sucre et des matières tanniques. Pour la détermination des matières traumatiques nous avons coloré les coupes avec la safranine et le méthyl vert. En outre, nous avons effectué la plasmolyse des cellules par une solution de nitre [selon Kny (5)]. La détermination de l'humidité du bois (en pour-cent du poids absolument sec) se faisait avant chaque analyse. Pour éviter la contamination des échantillons par les champignons, le bois a été torché tous les deux jours par un morceau d'ouate imprégné d'alcool. La recherche des hyphes dans le bois se faisait dans les coupes colorées par l'aniline bleue dissoute dans l'acide lactique. Les échantillons dans lesquels les hyphes ont été constatés n'ont pas été analysés.

Au moment de la coupe, l'humidité du bois variait de 80 jusqu'à 96%. Cette analyse microscopique du bois a montré dans les cellules parenchymateuses une quantité considérable de l'amidon, surtout dans la couche annuelle dernière. La graisse a été observée en forme de gouttes, assez rares, localisées dans les cellules des rayons medullaires attenant à des vaisseaux. Le sucre se trouvait dans une très petite quantité. La plasmolyse commençait à la concentration du sel égale à 3%.

Les échantillons gardés dans l'étuve ont conservés les premiers mois l'humidité de bois de 80% et seulement les dernières analyses ont montré un abaissement jusqu'à 60%. Les échantillons conservés dans les appareils d'Oguievsky, au contraire, dès les premiers jours montrèrent une humidité plus grande, variante de 130 jusqu'à 150% et qui demeura constante jusqu'à la fin des expériences. Les cellules parenchymateuses du bois ont conservé leur vitalité durant toutes les expériences, comme il à été démontré par la plasmolyse. Il est nécessaire de noter que vers la fin du travail la plasmolyse était provoquée seulement par la solution du sel de 10%.

L'activité vitale des cellules parenchymateuses du bois a été signalée dans nos expériences par le processus de la transformation de l'amidon en «matière traumatique». Au commencement de ce processus, les grains de l'amidon cessent de donner avec l'iode-iodure de potassium la coloration bleue habituelle et se colorent en lilas clair. Ensuite se manifestent la perte complète de la capacité de coloration sous l'influence du réactif et la fusion des grains en masses amorphes. Ces masses ne se colorent pas par la safranine, se colorent par le méthyl vert et brunissent sous l'action du chlorure ferrique, ce qui indique la présence des matières tanniques. En même temps la quantité du sucre augmente, la graisse, au contraire, devient plus rare, et on peut observer dans les couches périphériques la formation des thylles. Ce processus est plus intense dans les échantillons placés dans le thermostate, où, vers la fin de l'expérience, l'amidon peut être observé seulement dans le parenchyme ligneux, tandis que dans les rayons médullaires il est totalement absent.

La seconde série des expériences avec le bois du saule a été commencée le 18 IV 1936 quand fut scié un tronc du *Salix fragilis*. Dans ces expériences les échantillons à analyser étaient pris des tronçons se séchant à l'air. L'état des matières plastiques et l'humidité du bois au moment de la coupe furent identiques au premier tronc du saule. L'analyse microscopique a démontré que le processus de la transformation de l'amidon dépend de l'humidité du bois. Ce processus, de même que l'augmentation de la quantité de sucre,

est accéléré par le séchage rapide du bois, mais les thylles, dans ce cas, font défaut.

Les expériences avec le pistachier ont été entreprises le 18 Avril 1935. Le tronc du pistachier a été coupé à Sogoute-Boulak, dans les environs de Tbilisi (Tiflis). Les expériences ont été faites de la même manière qu'avec le saule. Les analyses se faisaient dans 25, 40 et 70 jours après l'abattage. L'humidité du bois, durant les expériences ne différait pas de l'humidité du bois dans l'arbre sur pied et montait à 50%.

Au moment de la coupe tous les éléments parenchymateux du bois, de même que les thylles des vaisseaux de l'aubier, ont été remplies d'amidon. La transformation des matières plastiques dans le bois du pistachier est, en général, analogue à la transformation de ces matières dans le bois du saule, mais elle en diffère par certaines particularités. Ainsi, une formation énergique des matières tanniques, imprégnant la substance traumatique, est propre au bois du pistachier. La substance traumatique du bois du pistachier se colore également par la safranine (orange) et par le méthyl vert (bleu-vert). A la fin de nos expériences la formation intense des matières tanniques provoque une ressemblance étroite du bois de l'aubier au duramen du pistachier [comparez Timofeiev (6)]. Extérieurement, le bois, au cours des expériences, acquiert la coloration vert-noire, semblable à la coloration du duramen du pistachier. L'analyse du bois du pistachier, se séchant à l'air pendant 100 jours, a montré le processus de la transformation de l'amidon, mais suivi d'une quantité moindre de matières tanniques, et l'absence des changements de la coloration du bois.

Résumant les données de nos investigations, il faut noter les conclusions principales suivantes:

1. Après la chute de l'arbre, le bois continue son activité vitale. Cette activité se manifeste par les changements en quantité et qualité des matières plastiques.

2. Ces changements sont, en général, identiques dans le bois des deux essences étudiées (*Salix fragilis* et *Pistacia mutica*) ainsi que dans le bois du hêtre, étudié auparvant. L'amidon, contenu dans les éléments parenchymateux du bois, se transforme par suite de ces modifications en une substance de nature chimique indéterminée, dénommée par nous «la matière traumatique du bois.» Outre la transformation de l'amidon, on peut noter dans le bois l'augmentation du sucre et des matières tanniques, habituellement en liaison avec les substances traumatiques. De même, dans les conditions particulières on peut constater dans le bois la formation des thylles solitaires. Certaines réactions avec des colorants différents indiquent, néanmoins, que les matières traumatiques dans les bois étudiés diffèrent par leur composition chimique.

3. Le facteur principal, déterminant l'intensité de ces processus dans nos expériences, c'est l'humidité du bois. En cas où l'humidité du bois est maintenue artificiellement à un haut degré, ces processus s'effectuent plus lentement, mais aboutissent a une transformation complète de l'amidon et sont accompagnés par l'apparition des thylles. Avec un séchage du bois, plus ou moins rapide, ces processus se développent plus vite, mais la mort atteint les cellules parenchymateuses généralement avant la transformation complète de l'amidon. Dans ce cas les thylles ne se forment pas.

4. Le bois du pistachier, humidié artificiellement, a montré, à la fin des expériences, un état, rappelant par ses caractères microscopiques (une grande quantité des matières tanniques, l'absence de l'amidon, l'apparition des thylles dans la dernière couche annuelle), ainsi que par la coloration

extérieure du bois (vert-noire), l'état du duramen normal du bois de cette essence. Normallement, le bois du saule, privé du duramen, ne change pas de couleur en résultat de l'activité vitale de ces éléments parenchymateux après l'abattage. Néanmoins, l'état du bois vers la fin de nos expériences rappelle l'état, observé dans les couches centrales des arbres âgés (l'absence où la diminution de l'amidon et la formation des matières traumatiques). Il en suit que les processus qui se déroulent dans les arbres coupés sont plus ou moins analogues aux processus se déroulant dans les couches centrales profondes des arbres sur pied et qui aboutissent sinon à la mort de ces parties du bois, au moins à un abaissement général de leur activité vitale.

5. Les processus qui ont lieu dans le bois lors de la blessure du tronc, sont aussi analogues aux processus observés durant nos expériences, mais, dans la nature ils sont généralement masqués par la contamination du bois par les champignons. En conséquence, on peut affirmer que tous ces phénomènes (les processus provoqués par la coupe de l'arbre ou sa blessure, ainsi que les processus observés dans les couches profondes du bois des arbres vivants) sont les phénomènes d'une même nature et, vraisemblablement, sont causés par la modification des conditions internes du bois—le décroissement de l'humidité ou l'introduction de l'air.

6. Les phénomènes de la transformation plus ou moins complète des matières plastiques du bois après la coupe de l'arbre amènent à la conclusion que l'état des matières plastiques du bois, observé dans un arbre vivant (étudié dans les échantillons fixés au moment de la coupe) est toujours différent de l'état de ces matières dans le bois coupé et scié.

Laboratoire de l'anatomie du bois.
Institut des recherches forestières
de la Transcaucasie. Tbilisi.

Manuscrit reçu
le 21. V. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. Yatsenko-Khmélevsky et H. Konushevska, Rev. gén. de Bot., **47** (1935). [2] Frank, Ber. d. d. Bot. Ges., **2** (1889). [3] Molisch, Mikrochemie der Pflanze, Jena (1923). [4] Tunmann, Pflanzenmicrochemie, Berlin (1913). [5] Kny, Landwirtsch. Jahrb. **38** (1909). [6] Тимофеев, Журн. Р. Бот. о-ва, **12**, 3 (1928).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

GÉOCHIMIE

LA PRÉSENCE DE GALLIUM DANS LES ÉCHANTILLONS RAMASSÉS PAR LES EXPÉDITIONS DE L'INSTITUT LOMONOSOF DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

Par S. A. BOROVIK et A. F. SOSEDKO

(Présenté par A. E. Fersman, de l'Académie, le 21. X. 1936)

Le gallium appartient aux éléments dispersés dans la nature. Il ne forme pas de minéraux indépendants et se concentre dans les blendes de zinc on dans les composés de l'aluminium. La concentration du gallium dans les sulfures s'explique par la proximité des réseaux cristallins $Al^{3+}=0.57$ Å et $Ga^{3+}=0.62$ Å; le gallium a une affinité pour l'alluminium (gallium = équaluminium) ayant des rayons de ions voisins. Les propriétés chimiques du gallium et du fer étant proches, il est à supposer la possibilité de concentration du gallium dans des minerais de fer.

La plus grande quantité de gallium dans la nature a été trouvée dans la germanite de Tsumeb (Afrique du sud-ouest)—0.7% de gallium, puis, d'après la haute teneur en gallium, est à signaler la blende de zinc provenant de Pierrifitte (Pyrénées)—0.15—0.23% de gallium. Dans les autres cas la teneur en gallium est de beaucoup plus inférieure à 10^{-1}%.

A l'analyse spectroscopique des minéraux de pegmatites de l'Altin-Taou notre attention était attirée sur la teneur élevée en gallium de quelques micas. Pour vérifier ces données le Laboratoire spectroscopique de l'Institut Lomonosof de l'Académie des Sciences a fait des études systématiques sur la teneur en gallium de minéraux reçus par le Laboratoire en question. Ces déterminations quantitatives conduirent aux conclusions faisant l'objet du présent mémoire.

La plupart des déterminations sont faites par la méthode de dernières raies. Les photographies ont été faites par le moyen du spectrographe de quartz de Hilger. On introduisait l'échantillon à examiner dans le creux de l'électrode négatif de l'arc voltaïque pour bénéficier des avantages présentés par ce procédé. L'exposition durait deux minutes, l'intensité du courant étant 8 ampères. Pour les déterminations on se servait surtout des raies $\lambda=2943.64$ Å et $\lambda=2944.28$ Å, dont la première est la plus sensible. Cette méthode ne donne que la possibilité de déterminer l'ordre du degré de la concentration. Mais comme le but de l'examen était de trouver les objets les plus riches en gallium, permettant à le séparer, on n'exigeait pas une plus grande exactitude.

Les résultats ont été contrôlés par la méthode des spectres composés à l'aide des étalons de gallium chimiquement pur, complaisamment fournis par V. V. Ščerbina.

En tout on a fait 170 déterminations.

La série de minéraux analysés comprend

La muscovite. La concentration de gallium dans la muscovite n'étant pas grande, il fallait soumettre à l'examen une quantité considérable d'échantillons de ce minéral.

Les pegmatites de l'Altin-Taou (désert Kisil-Koumy, Asie Centrale). La muscovite en grandes lamelles provenant du filon de pegmatites No. 1, où l'on trouve, outre la muscovite, l'albite, le beryl vert, la colombite, la ganite, la microcline-perthite et des formations des pegmatites qui correspondent à la phase E (d'après A. E. Fersman), a montré une teneur en gallium de l'ordre 0.01—0.1%. La plus haute teneur, toujours proche à 0.1%, a été montrée par les variétés rougeâtres (12 déterminations).

Dans la muscovite de la partie gréisénisée du pegmatite, contenant le quarts, la mica, parfois la cassitérite et l'albite et qui est plus récente en comparaison à la muscovite ci-dessus décrite, la teneur en gallium ne dépassait pas d'ordinaire l'ordre de 0.01%.

La muscovite provenant d'autres gisements a montré la teneur en gallium suivante.

La muscovite blanc-argentée de Sultan-Ouis-Dag de l'Amou-Daria inférieure, Asie Centrale, 0.01%.

Les filons de pegmatite de Kyrk-Boulak, la chaîne de Turkestan, Asie Centrale: la muscovite aux grosses lamelles, 0.001—0.01%.

Les filons gréisénisés de Karasou-Lailak, la chaîne de Turkestan: La muscovite aux fines lamelles, 0.01%.

Les filons gréisénisés de pegmatite de Karasou-Karavachinsk, la chaîne de Turkestan: la muscovite aux fines lamelles, 0.01%.

Les filons de pegmatite au schorl et au beryl de Karasou-Karavachinsk: la muscovite aux grosses lamelles, 0.1%.

Ainsi on observe une plus haute teneur en gallium dans les muscovites de la phase de pegmatite, qui précède à la phase pneumatholitique.

La lépidolite. Les déchets de lépidolite à Kyrk-Boulak occidentale, la chaîne de Turkestan: la lépidolite aux grosses lamelles, 0.001%.

La phlocopite provenant du pegmatite de Sludianka, de la Sibérie Orientale, 0.01%.

Les feldspaths de pegmatites de l'Altin-Taou: l'albite blanche, — environ 0.01%; l'albite rose, — environ 0.001%; la microcline-perthite—environ 0.001%.

La corundellite. Tcharkoum-Taou, le versant septentrional de la chaîne de Turkestan, 0.0001%.

Le beryl. Les pegmatites de l'Altin-Taou: le beryl verdâtre,— environ 0.01%. Les pegmatites de Kyrk-Boulak: le beryl bleu,—environ 0.001%; le beryl jaune doré, 0.0001%.

La ganite (spinelle de zinc). Les pegmatites de l'Altin-Taou,— plus de 0.01%.

La cassitérite. Les pegmatites de l'Altin-Taou. pas trouvé. Greison Karasou, bassin de la rivière Lailai,—pas trouvé.

La colombite. Les pegmatites de l'Altin-Taou et déchets lépidolitiques de Kyrk-Boulak occidental,—pas trouvé.

Le rutyle. Les pegmatites de l'Altin-Taou,—pas trouvé.

La blende de zinc. Celle-ci donnait d'ordinaire une très petite teneur en gallium. Surtout se sont montrées comme pauvres les blendes de toundras de Knibiny (moins que 0.001% de gallium). Il n'y avait que les blendes de zinc des gisements caucasiens qui ont donné un peu d'avantage—0.001%.

Le protosulfure de plomb. Les échantillons du protosulfure de plomb se sont montrés comme très pauvres en gallium, rien que 0.0001%. Dans les échantillons des gisements de la Kirghisie, dans le Thian-Chan central, le minerai de plomb de Kon-et-Goute (région du nord au pied de la chaîne de Turkestan) le gallium n'a pas été trouvé.

Le zircon. Le zircon de toundras de Khibiny ne contient que 0.001% de gallium.

Les minerais de fer. Malgré la probabilité théorique pour gallium d'être concentré avec le fer, on n'en a trouvé dans les échantillons analysés de différents minerais (titano-magnétites, hématites de chrome, hématites bruns) que 0.0001% environ avec des déviations insignifiantes.

Conclusions

L'étude de ces analyses nous amène aux conclusions suivantes:

1. De tous les minéraux c'est la muscovite qui possède la plus haute teneur en gallium—jusqu'à 0.1%, et la ganite—au-dessus de 0.01%. Cette teneur présente une des plus hautes concentrations de gallium dans les minéraux.

2. On trouve une quantité considérable de gallium dans les minéraux d'origine endogène, à la genèse pegmatitique et pneumatholitique, en comparaison de minéraux d'origine exogène.

3. La proportion de gallium dans les mêmes minéraux et du même gîte montre des variations considérables. Ainsi la teneur de la muscovite en gallium varie de 10^{-4} à 10^{-1}%. La lépidolite de San Bernardino aux États Unis contient 0.007% de gallium, tandis que la lépidolite de Kyrk-Boulak en contient 0.0001%. La blende de zinc montre des variations encore plus considérables. La teneur en gallium dans des échantillons de Pierrifitte atteint 0.23%, tandis que celle dans la blende de zinc provenant des toundras de Khibiny n'est que 0.0001%. Ce fait ne peut pas être expliqué par l'inexactitude de l'analyse. L'étude des muscovites démontre d'une manière évidente que la cause est à chercher dans les conditions physico-chimiques pendant la formation des minéraux. La muscovite de la phase pegmatoïdale (E d'après A. E. Fersman) contient toujours une quantité plus grande de gallium que la muscovite formée plus tard, pendant la phase pneumatholitique de la formation de pegmatites. Ce rapport entre la genèse d'un minéral et sa teneur en gallium existe, evidemment, de même dans le cas d'autre minéraux.

4. La régularité dans la répartition du gallium dans les minéraux suivant leur genèse étant proposée, il en résulte la nécessite d'étudier la muscovite provenant des pegmatites de différentes générations et des differentes pegmatites de la rivière Mama, de la presqu'île de Kola, de la chaîne de Iénisséi. A ce point de vue il faut étudier la blende de zinc de différente composition et de différente genèse, de même que les autres minéraux.

5. Le gallium se trouve peu à peu une application dans la technique et la médecine. Cependant la base de matières premières n'est pas encore étudiée. Des travaux sont conduits dans la direction d'études de minerais polymétalliques, en particulier ceux de l'Altaï. Notre travail propose un nou-

veau minerai de gallium—la muscovite, d'une génération déterminée de la phase pegmatoïdale—phase E (d'après A. E. Fersman), contenant jusqu'à 0.1% de gallium. Pour mettre en lumière cette nouvelle base de matières premières il est nécessaire d'étudier systématiquement la muscovite provenant de différents gîtes et, en premier rang, celle des gisements exploités de ce mica. Il existe là-bas des accumulations de déchets qui permettent une exploitation facile.

Laboratoire de l'analyse spectrale
de l'Institut Lomonosof.
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. X. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] V. M. Goldschmidt u. Cl. Peters, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, H. 2, 165—183 (1931). [2] R. Mannkopf u. Cl. Peters, ZS. f. Phys., 70, 444 (1931). [3] А. Ф. Соседко, Соц. наука и техника, № 24 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

BIOLOGY

EVAPORATION IN WATER RESERVOIRS OVERGROWN WITH WATER PLANTS

By A. M. ARENSTEIN

(Communicated by S. A. Zernov, Member of the Academy, 21. XI. 1936)

General literature on the evaporation in water reservoirs throws but little light upon the problem of how water plants growing in such reservoirs affect the evaporation.

Among the investigations treating the problem under consideration of greatest interest is that of Otis (1), who observed the evaporation from free water surfaces and that from water surfaces overgrown with water plants, and arrived at the following conclusions: evaporation from water surfaces overgrown with water plants is stronger than that from free water surfaces, with the exception of reservoirs overgrown with the water lily (*Castalia*), which retards evaporation. According to Otis, the degree of evaporation depends on 1) the kind of plants; 2) the density of vegetable population: 3) physical factors (wind, temperature of the air, relative humidity) and 4) the time of the day (the evaporation being stronger by day than by night).

The experiments conducted by Gerasimov (2) and Tiuremnov (3) in bogs have shown that the evaporation in a sphagnum bog is only 11—12% intenser than that in a reservoir with a free surface. These data do not agree with those of Olltmans (4), who says that the evaporation in a sphagnum bog is 5 times as intense as that from a free water surface. Gerasimov explains this divergence from Olltmans' data by a difference in the observation methods.

Direct measurements of evaporation are effected by means of evaporators. Meteorological stations usually employ the Wilde evaporator, which is unsuitable for observations in reservoirs. For the latter purpose, the Lermontov-Liuboslavsky evaporators, and recently also Tretiakov's or Bindeman's needle evaporators, are usually employed.

However, all these evaporators give but relative values. Errors are due to a number of factors. The evaporation from the water surface of a reservoir measured by means of the special evaporators mentioned above is not equal to that measured by Wilde's method.

The data obtained by the Observatory of the Forestry Institute with the Wilde and Lermontov-Liuboslavskij evaporators are given below (8).

Wilde	51.8	57.8	58.1	26.5	15.1
Lermontov-Liuboslavskij	79.2	126.3	138.5	70.5	30.3
Wilde: Lermontov-Liuboslavskij	0.65	0.46	0.42	1.35	0.50

Similar results are to be found in the investigation of Aderkas (5).

Most investigators believe that water evaporators are more accurate but give somewhat exaggerated readings (nearly by 10%) (6).

In our investigation, no special instruments were resorted to, only aquariums being used. These were 46 cm long, 32 cm wide and 40 cm high. The bottom of the aquarium was covered with river sand, and the aquarium was filled with water up to a certain mark.

Evaporation experiments

The aquariums were placed in a row on an open terrasse, their walls being covered with plywood sheets so that the light fell upon the water surface only from above. The evaporation was measured by the variation of water level, two graduated millimetre scales being attached to two walls of each aquarium and readings being taken every day.

Observations of the air and water temperature were made simultaneously. We used to obtain meteorological information from the neighbouring stations of the observatory and the aerodrome. It is to be noted that the meteorological conditions of the summer 1935 were very unfavourable for the experiments.

The experiments were conducted with the following plants.

1) Plants floating on water: *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Polygonum amphibium*, *Sagittaria sagittaefolia*, *Nymphaea*.

2) Sub-emersed plants: *Butomus umbellatus*, *Calla palustris*.

3) Emersed plants: *Ceratophyllum*. *Elodea canadensis*.

Two aquariums with a water surface free from vegetation were used as a control.

Observations were conducted from August 14 to September 10 1935. The record of the observations are shown in the table.

Observations of the influence of *Butomus*, *Calla* and *Elodea* on evaporation were few in number, and therefore the results obtained are not conclusive.

If we summarize the results of observations in the other aquariums and assume the quantity of water evaporated during the first control experiment

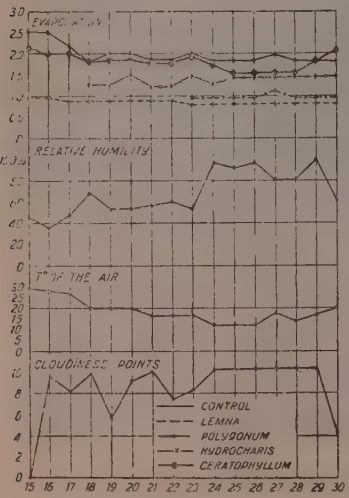
Measurements of Water Level in Aquariums with Various Water Plants (per 1 day in mm)

	Air. temperat. °C	*Leman*	*Hydrocharis*	*Polygonum*	*Sagittaria*	*Nymphaea*	*Butomus*	*Calla*	*Elodea*	*Caratophyllum*	Control 1	Control 2	Weather condition
August													
15	31	1	—	—	—	—	—	—	1.5	2.1	2.5	2.3	Sunshine
16	31	1	—	—	—	—	—	1.5	1.5	2	2.5	2.3	Sunshine; cloudy at times
17	29	0.9	—	—	—	—	—	1.5	1.5	2	2.2	2	Cloudy with clearing up
18	20	0.9	—	1.3	—	1.6	—	1.5	1.3	1.8	1.8	1.8	Cloudy
19	20	0.9	—	1.3	—	1.6	—	1.5	—	1.8	2	2.1	Sunshine with cloudiness
20	20.5	0.9	—	1.5	1.4	1.6	—	1.4	—	1.8	2	2	» » »
21	18	0.9	—	1.2	1.4	1.6	—	—	—	1.8	1.8	2	Cloudy (rain)
22	18.5	0.9	—	1.3	1.4	—	—	—	—	1.8	1.8	—	Cloudy; sunshine at times
23	19	0.8	1	1.5	1.4	—	—	—	—	1.8	2	—	Cloudy; sunshine at times
24	13.5	0.8	1	1.3	1.3	—	1.3	—	—	1.8	1.8	—	Sunshine with cloudiness
25	12	0.8	1	1.5	1.3	—	1.3	—	—	1.5	1.8	—	Cloudy
26	12	0.8	1	1.5	1.3	—	1.5	—	—	1.5	1.8	—	»
27	16.5	0.8	1.1	1.6	1.4	—	1.5	—	—	1.5	1.9	—	»
28	13.5	0.8	1	1.5	1.3	—	—	—	—	1.5	1.9	—	»
29	15.5	0.8	1	1.5	1.4	—	—	—	—	1.8	1.8	—	»
30	19	0.8	1	1.5	1.5	—	—	—	—	1.8	2	—	Sunshine
31	17.5	0.8	1	1.5	1.4	—	—	—	—	1.8	2	—	»
September													
1	18	0.8	1	1.5	1.4	—	—	—	—	1.8	2	—	Cloudy with clearing up
2	19	0.8	1.1	1.5	1.5	—	—	—	—	1.8	2	—	Sunshine
3	19.5	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.8	2	—	Cloudy with clearing up
4	22	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.8	2.1	—	Sunshine
5	21.5	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.8	1.8	—	Cloudy
6	15.5	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.8	1.8	—	Cloudy with clearing up
7	16	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.6	1.8	—	Cloudy
8	15	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.6	1.8	—	»
9	13	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.6	1.8	—	»
10	15	0.8	1	1.6	1.5	—	—	—	—	1.6	1.8	—	»
Area occupied by water plants		100% of total water surface	At beginning of experiment 90% at end 80%	65% at beginning of experiment; 45% at end	55% at beginning of experiment; 35% at end								

to be equal to 100, the evaporation in the aquariums with plants will be expressed by the following figures:

Plants	Area of aquarium occupied by vegetation, %	Evaporation %
Lemna minor	40	100
Hydrocharis morsus-ranae	46	90
Sagittaria sagittaefolia	60	65
Polygonum amphibium	63	55
Nymphaea	70	—
Ceratophyllum	75	—
Control 1	100	—
Control 2	93	—

In studying the effect of meteorological factors upon the evaporation from a free water surface and a surface overgrown with water plants, the following facts were to be observed:



August 1935. Curves of evaporation. air temperature, relative humidity and cloudiness

The curve of water evaporation from a free water surface has the same direction as that of the temperature, while the curve of cloudiness and humidity extends in the opposite direction. Meteorological factors have loss influence upon a water surface covered with water plants (*Lemna*, *Hydrocharis*), though the curves in this case extend in the same direction.

On the basis of the results of this investigation, which we consider to be a tentative one, the following conclusions may be drawn:

1) Floating plants decrease the evaporation.

The more a water surface is covered with plants the less the evaporation of water (*Lemna*, *Hydrocharis*). A free water surface shows the intensest evaporation.

2) Meteorological factors have a particularly great influence upon the evaporation from an open water surface.

Their influence upon the evaporation from a surface covered wiht water plants is much weaker.

Biological Laboratory.
Institute for Water Supply, Canalization, Hydrotechnical Construction and Hydrogeology Research, Moscow.

Received
21. XI. 1936.

REFERENCES

[1] Ch. H. Otis, Bot. Gaz., 58 (1914). [2] Герасимов, Торфяное дело, № 6 (1925). [3] Тюремнов, Труды Научно-исследовательского торфяного института (1928). [4] Fr. Olltmans, Über die Wasserbewegung und ihren Einfluss auf die Wasserverteilung in Boden, Breslau (1887). [5] Адеркас, Известия Государственного гидрологического института, № 14 (1925). [6] Тихомиров, Практическое руководство к изучению испарения с поверхности пресноводных водоемов, Энергоиздат, Ленинград (1933). [7] Burgerstein, Die Transpiration der Pflanzen (1920). [8] Огиевский, Гидрометрия и производство гидрометрических работ (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

GENETICS

PRINCIPAL GENES OF SCALES IN CARP

By V. KIRPIČNIKOV

(Communicated by A. A. Sapehin, Member of the Ukrainian Academy, 19. XI. 1936)

With respect to their scales the cultivated carp (*Cyprinus carpio* L.) present an unusually great number of forms; there are scaly carp, carp with «glassy» scales of diverse size and appearance and, finally, the almost nude carp and carp entirely devoid of scales. All this diversity may, in the main, be reduced to four principal types. We will briefly describe them below:

1) The Scaly Carp. Comparatively small scales cover the entire body. Their disposition varies from regular rows, as in the majority of wild species (including the wild carp, the ancestor of the cultivted one), down to extremely irregular ones; in the specimens with an unusually great irregularity of the disposition of scales, the size of scales often varies considerably.

2) The Scattered Carp. Big «glassy» scales are, as it were, scattered over the body, their size and disposition varying. Principal characters: a continuous row of scales extending along the back from the head down to the tail («dorsal» row) and a group of scales near the head. Along the side line, scales are either absent or are but few in number; when they form a continuous row, the latter is uneven, irregular.

The scattered carp almost always have portions of body devoid of scales.

3) The Linear Carp differ from the scattered carp in the presence of a continuous, straight and quite regular row of scales along the side line. There are occasionally additional second and third rows (above and below) usually incomplete.

4) The Nude Carp. The scales are few; sometimes they are absent. The principal difference from the scattered carp consists in the absence of the continuous dorsal row of scales. If there are scales along the back of the body, their disposition shows breaks, they are absent from the head up to the origin of the dorsal fin, their size is quite small.

A hypothesis based on a number of crosses and explaining the hereditary regularities in the carp, has been put forward by Kirpičnikov and Balkašina ([1], [2], [3]). According to this hypothesis, the genes of the scales form a group of multiple allelomorphs consisiting of four members (A—scaly, a^d—scattered, a^l—linear, a^n—nude), among which the gene A is the most dominant, and the gene a^n is the most recessive. Further researches resulted in the hypothesis being considerably modified.

The principal genes have been divided into two independent groups. The first group includes the genes:

A—scaly *Squamatus* (wild type)

a^d—scattered, *dispersus*)

The mode of manifestation of these genes varies in the presence of the gene N, belonging to the second group.

The second group consists of the genes:

N—nude, *Nudus*.

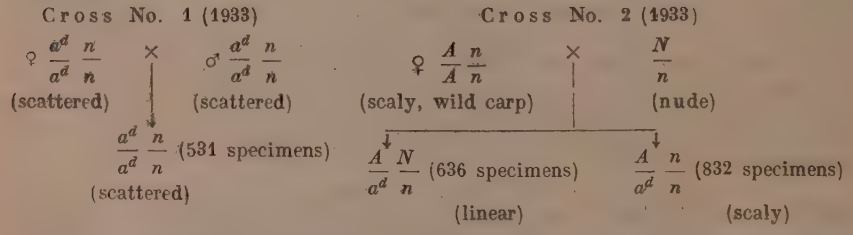
n—normal allelomorph of the gene N. *normalis*.

A combination of the gene A with the gene N produces the above-described linear carp. Four combinations of the principal genes of the scales are thus possible:

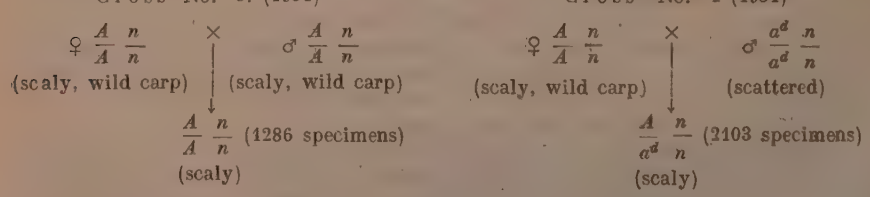
1) a^d, n—scattered carp,
2) A, n—scaly carp,
3) a^d, N—nude carp,
4) A, N—linear carp.

The gene N (*Nudus*) in the homozygous state produces a lethal effect (only carp with the structure N/n survive, while homozygous males and females N/N perish*).

We set forth below the results of our crosses, which have induced us to adopt the above mentioned scheme of the principal genes.



The fry of the crosses Nos 1 and 2 were, for technical reasons, reared up together: this circumstance was the cause of an error commited by the authors in their joint work ([1], [2], [3]), where the linear fry were ranked with the offspring from the cross No. 1, and the female from this cross, with very few scales, was described as «nude», the characteristics permitting easily to distinguish the «nude» from the «scattered» being then not quite clear.



* As we had to deal mainly with the Galician carp (or the related ones) we cannot yet explain, why the Aishgrund carp, which are nude without exception, do not show the phenomenon of splitting in their offspring. It is quite probable that the homozygotes N/N survive under definite genotypic conditions.

Cross No. 5 (1934)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered)

↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (231 specimens)
(scattered)

Cross No. 6 (1934)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{N}{n}$ (nude) × ♂ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered)

↓ ↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{N}{n}$ (198 specimens) (nude) $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (299 specimens) (scattered)

Cross No. 7 (1934, mass crossing)

♀♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂♂ $\frac{A}{A}\,\frac{n}{n}$ (scaly, wild carp)

↓

$\frac{A}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (about 5000 specimens)
(scaly)

Cross No. 8 (1934, mass crossing)

♀♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂♂ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered)

↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (about 10 000 specimens)
(scattered)

Cross No. 10 (1935)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{N}{n}$ (nude)

↓ ↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (1 205 specimens) (scattered) $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{N}{n}$ (517 specimens) (nude)

Cross No. 11 (1935)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂♂ (?) $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered)

↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (1792 specimens)
(scattered)

Cross No. 14 (1935)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂♂ (3) $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scattered)

↓

$\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (59 specimens)
(scattered)

Cross No 15 (1935)

Same results: 635 specimens of scattered fry described.

Cross No. 16 (1935)

♀ $\frac{A}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scaly) × ♂ $\frac{A}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (scaly)

↓ ↓

$\underbrace{\frac{A}{A}\,\frac{n}{n}\quad\frac{A}{a^d}\,\frac{n}{n}}_{\text{(scaly)}}$ (153 specimens) $\frac{a^d}{a^d}\,\frac{n}{n}$ (26 specimens) (scattered)

Cross No. 17 (1935)

$\varphi \frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × $\sigma\sigma$ (2) $\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (scaly)

↓

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (98 specimens) (scaly)

$\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (46 specimens) (scattered)

Cross No. 18 (1935)

$\varphi \frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × $\sigma\sigma$ (4) $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly, wilde carp)

↓

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (about 28 000 specimens) (scaly)

Cross No. 19 (1935, mass crossing)

Same results as from crosses Nos 1, 5, 8, 11, 14 and 15. About 5 000 specimens of scattered fry described.

Cross Nos. 20—21 (1935, triple)

$\sigma \frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × $\varphi \frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × $\sigma\sigma$ (2) $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly, wild carp)

↓

$\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (1 794 specimens) (scattered)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (2 034 specimens) (scaly)

Cross Nos. 22—23 (1935, triple)

Of the same type as cross Nos. 20—21, similar results: 5 572 specimens of scaly fry and 1 487 specimens of scattered fry described.

We will now speak of the crosses of the year 1936

Cross No. 24 (1936)

$\varphi \frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude) × $\sigma \frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude)

↓

Perish in the eggs or very soon after having hatched

$\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (550 specimens) (nude)

$\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (328 specimens) (scattered)

Cross No. 25 (1936)

$\varphi \frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (scaly) × $\sigma \frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude)

↓

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (239 specimens) (scaly)

$\frac{A}{a^d}\frac{N}{n}$ (190 specimens) (linear)

$\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (175 specimens) (scattered)

$\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (136 specimens) (nude)

In these as well as in subsequent crosses, very minute specimens were used for the purpose of description, and it was therefore very difficult to describe the minutest among them. Among the offspring from the cross No 25, 332 individuals were not described.

Cross No. 26 (1936)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude) × ♂♂ (2) $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (43 specimens) (scaly) $\frac{A}{a^d}\frac{N}{n}$ (50 specimens) (linear)

35 specimens not described.

Cross No. 27 (1936)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂ $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (123 specimens) (scaly)

35 specimens not described.

Cross No. 29 (1936)

♀ $\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered) × ♂ $\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude)

$\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (23 specimens) (scattered) $\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (12 specimens) (nude)

17 specimens were not described, but it was obvious that there were no scaly and linear fry among them.

Cross No. 30 (1936, mass crossing).

♀♀ $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly, wild carp) × ♂♂ $\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (846 specimens) (scaly) $\frac{A}{a^d}\frac{N}{n}$ (613 specimens) (linear)

Cross No. 31 (1936, mass crossing)

♀♀ $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly, wild carp) × ♂♂ $\frac{a^d}{a^d}\frac{n}{n}$ (scattered)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (152 specimens) (scaly)

Cross No. 34. (1936, artificial fertilization)

♀ $\frac{A}{A}\frac{n}{n}$ (scaly) × ♂♂ (2) $\frac{a^d}{a^d}\frac{N}{n}$ (nude)

$\frac{A}{a^d}\frac{n}{n}$ (16 specimens) (scaly) $\frac{A}{a^d}\frac{N}{n}$ (11 specimens) (linear)

8 specimens not described.

Cross No. 35 (1936, artificial fertilization)

$$\underset{\text{(scaly, carp)}}{\varphi\,\frac{A}{A}\,\frac{n}{n}} \times \underset{\text{(scaly, crucian carp)}}{\sigma\sigma\ (10)\,\frac{A}{A}\,\frac{n}{n}}$$

$$\downarrow$$

$$\underset{\text{(scaly, hybrids)}}{\frac{A}{A}\,\frac{n}{n}}$$

The above material, obtained from the crosses of 1933—1936, is fully confirmed both by the literature data [the paper of Rudzinsky ([4])] and by the mass material collected by the authors in a number of large fish-farms. Crosses between the nude carp always result in a splitting of the offspring into the nude and scattered. On the other hand, the scattered carp, homozygous in respect to two recessive genes, produce only the scattered fry in the offspring. The «linear» carp generally result from a cross between the nude carp and the scaly carp, wild carp, or even crucian carp*.

In a number of crosses, the correlations observed between the genotypes differ widely from those that might be expected. Most strongly is this to be noted in the case of the nude fry: they are always fewer than they ought to be. This seems to be due to the lowered vitality of the nude carp during the first and the second years of their life.

Our hypothesis is thus corroborated by all the crosses made during these years. The results obtained are hardly to be explained by any other theory. The comparatively simple regularities of the mode of inheritance of the principal genes in the carp will in the majority of cases permit to predict the results, which is of great practical value. The genes of the carp, particularly those of the scales, show, as pointed out in the papers of Kirpičnikov and Balkašina ([1], [2], [3]) and of Kirpičnikov, Golovinskaia and Michailov, a very strong pleiotropic effect, the practical value of our hypothesis concerning the principal genes of the scales being thus enhanced.

The problem ob the pleiotropic effect of the genes of the scales is dealt with in a special paper by Golovinskaia, now about to be published.

All-Union Institute of Pond Fishery.
Department Genetics and Selection. Moscow.

Received
19. XI. 1936.

REFERENCES

[1] В. С. Кирпичников и Е. И. Балкашина, Рыбное хозяйство СССР, № 2 (1934). [2] В. С. Кирпичников и Е. И. Балкашина, Зоологический журнал, т. XIV, вып. 1 (1935). [3] В. С. Кирпичников и Е. И. Балкашина, Биологический журнал, V. вып. 2 (1936). [4] Rudzinsky, Fischerei Zeitung, № 30—32 (1928).

* In respect of the nature of their scales, the linear carp differ considerably from the linear hybrids of the carp and wild carp.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

GENETICS

BODY-COLOR MUTANTS IN *DROSOPHILA* AS STUDIED BY TRANSPLANTATION

By N. N. MEDVEDEV

(Communicated by A. A. Sapehin, Member of the Ukrainian Academy, 21. XI. 1936)

Among the important questions put forward for solution by Beadle and Ephrussi's investigation dealing with the transplantation of the imaginal discs in *Drosophila* (1) is the problem of the autonomy versus non-automomy of development of the characters under the control of Mendelian factors—genes, and the problem of the determination of the characters during ontogenesis. The method of transplantation elaborated by these authors opens up great possibilities for the investigation of many problems of developmental mechanics on material thoroughly studied genetically, and allows an approach to the solution of the problem of the mode of action of the genes on the characters under observation.

Out of 26 eye-color mutants in *Drosophila* studied by Beadle and Ephrussi (l. c.) only two mutants, namely, *vermilion* and *cinnabar* were shown to be characterized by non-autonomous development in a host of some other genetic constitution, while all the other 24 mutants showed autonomous differentiation of the eye-color pigments influenced by the gene in question. In other words, the imaginal buds of the great majority of the eye-color mutants in *Drosophila*, when implanted into larvae of wild type or of any other mutant type, retain the course of development which they would otherwise have had, and by the end of development that color is obtained which is genotypically characteristic of them. At any rate, these findings apply for transplantations that were carried out at the specific stages which these authors used.

It is of interest, from the above point of view, to make similar determinations with respect to the body color mutants of *Drosophila*. In some respects these are, perhaps, more convenient for such studies than the eye-color mutants.

With this purpose in mind, experiments on transplantation of the imaginal discs of the wings of wild type larvae and of some mutants were carried out and comparisons were made of the pigmentation of implants developed in hosts of different genetic constitution.

In the present communication only the results of transplantations carried out in the mature larvae stage are given (i. e., in the stage just before pupation). Host and implant were of the same stage throughout. The results

of transplantations made at earlier stages or when the host and implant were of different ages will be reported in a later communication.

Material and Methods

Wild type individuals of *D. melanogaster* (of our so-called «Berlin strain») and three body-color mutants — yellow, ebony and black, — were used for present investigation. The adult flies of these strains are so different from each other in relation to pigmentation that the classification of them offers no difficulty.

As the organ on which the comparison of the character and intensity of pigmentation in host and mature implant was to be carried out, we chose the wing, since it offers certain technical advantages that render it best suited for an attack on this problem. We found it more suitable, in this work, not to implant a whole wing disc, but only a part of a wing (usually $^1/_2$ or $^1/_4$), since this procedure made the operation itself easier to perform, as has been pointed out elsewhere (2).

In this connection it should be noted that the imaginal disc of the wing, or more accurately, the dorsal mesothoracic disc, gives rise not only to the wing of the adult but to certain other parts of the thorax also. The wings develop only from the posterior (distal) part of this dorsal mesothoracic disc, while the other parts arise from the anterior (proximal) part of it. There would be some advantage in dealing with the implants arising from the anterior part of the disc, as they usually contain more pigment than those from the posterior part of the disc. Nevertheless, in the classification of the wing implants in the cases here reported, there was never any doubt as to the type of pigmentation to which a given implant belonged.

The normally placed wings of the adult host, as well as implants made from one individual to another of the same type, served as controls for comparison with the inter-varietal implants.

Results Obtained and Discussion

The results obtained in the experiments under consideration are given in the table below,

Implant	Host	Type of pigmentation of the adult implant
wild type	wild type	wild type
» »	yellow	» »
» »	ebony	» »
» »	black	» »
yellow	wild type	yellow
»	yellow	»
»	ebony	»
»	black	»
ebony	wild type	ebony
»	yellow	»
»	ebony	»
black	wild type	black
»	yellow	»
»	black	»

It will be seen from this table that all the strains studied were shown to be characterized by autonomous differentiation of the pigment. The imagin-

al discs of the wing of any strain, implanted into mature larvae of different genetic constitution, retain their peculiarities during their further development, and by the time of emergence of the host that pigmentation has been formed which is genotypically characteristic of them. Therefore, at the stage of mature larvae, the developmental processes which will lead to differentiation of pigment have already been completely determined within the imaginal disc — either because of the prior occurrence of a non-reversing protoplasmic differentiation, or because of the presence within it of genes that later have a local action, — and the host tissues are unable to exert any influence in the sense of changing the developmental reactions in the other direction.

As is known, this type of development was postulated long ago for yellow versus normal body-color, on the basis of genetic data obtained from a study of gynandromorphs and mosaics ([3],[4]). Similar observations had been made for sooty body-color (an allelomorph of ebony) by Stern ([6]); according to these the sooty body-color also is characterized by autonomous development in mosaics.

Thus, all the body-color mutants as well as the great majority of the eye-color mutants in *Drosophila* are characterized by very early determination of the developmental processes lying in the basis of the pigment forming reactions. These relations existing in *Drosophila* are evidently different from those in *Ephestia kühniella* recently described by Plagge ([5]), who succeeded in obtaining changes in the eye-color of the host by implanting gonadic tissue of different genetic constitution.

Conclusions

1. By the method of transplantation of the imaginal discs of the wings, an investigation was carried out of the differentiation of the body pigments in implants of wild type *D. melanogaster* and three body-color mutants — yellow, ebony and black.

2. All the strains studied were shown to be characterized by autonomous differentiation of the body-color pigment. This means either that developmental processes (depending on the genes in question) which determine the amount and character of the body pigment to be formed are already completed in the protoplasm at the stage of the mature larvae, or else that the genes in question within the cells of the implant later exert a local action in determining the formation of the pigment, and that the latter is uninfluenced by these genes in cells outside the implant.

Institute of Genetics.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
21. XI. 1936.

REFERENCES

[1] G. W. Beadle a. Boris Ephrussi, Genetics, 21, 225—247 (1936). [2] Н. Н. Медведев, Бюл. ген. ин-та, 11, 2 (1936). [3] T. H. Morgan a. C. B. Bridges, Carn. Inst. Wash. Publ., № 278, 3—122 (1919). [4] L. Morgan, Carn. Inst. Wash. Publ., No. 399, 223—296 (1929). [5] Plagge, ZS. f. ind. Abst. u. Vererb., 72, 127—137 (1936). [6] C. Stern, Naturwissenschaften, 36, 740—746 (1927). A. H. Sturtevant, Proc. VI. Int. Congr. of Genetics, 1, 304—307 (1932).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

PLANT PHYSIOLOGY

THE ROLE OF COMBINED WATER IN THE FROST RESISTANCE OF WINTER WHEAT

By V. P. POPOV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 5. XI. 1936)

Investigations on one of the principal constituent parts of vegetable and animal tissue—water—show that it is found in the colloidal system forming these organisms in qualitatively different forms: one part of water is firmly associated with the dispersion phase, while the other forms the dispersion medium. The first part—the adsorbed combined water—sharply differs in its properties from the rest of the water—the solvent. Such properties of the adsorbed combined water as not freezing at temperatures lower than 0°, loss of solvent properties, the great density of combined water, and others, all have especially great importance in such substances as the vegetable tissues ([1], [2], [6]).

The present work is the result of an investigation of combined water in living vegetable material—winter wheat—in connection with its capability to resist frost. The method of determining the combined water was that of Dumansky (by means of a refractometer) with the modification that it was decided to dispense with filtration of the juice and that, since centrofuging for one hour (3000 r. p. m.) does not give a sufficiently clarified filtrate, it seemed advisable to allow the material to stand for 12 hours, after which the concentration was determined by means of a refractometer ([5], [6], [7]).

The capability of winter wheat to combine water was studied in the variety *Hostianum* 0237 during the period of its «hardening» and subsequent stay under snow cover in 1934—1935, under field conditions.

The results are shown in Tables 1, 2 and 3.

The response of plants to the conditions under which they grow is quite marked:

1. On plots fertilized with manure, the roots of winter wheats contain a greater amount both of combined water and of sugars than the unfertilized.

2. The stems of winter wheats on plots so fertilized contain less combined water and less sugars than on unfertilized plots.

Consequently, the underground parts play a dominating role in respect of water balance (free and combined water) in plants subjected to the action of low temperatures, and provided the nutrition is sufficient, frost resistance

Table 1

Combined Water in the Roots and Stems of Winter Wheat
Variety *Hostianum 0237*, December 4, 1934

Description of plots	Plant part	Refractometer readings	Combined water in grams per 1 gram of absolutely dry plant substance	Dissolved sugars (in %) per 1 gram of added water
1	2	3	4	5
Plot No. 1, without fertilizer . .	Roots	1.3608	4.79	0.1131
	Stems	1.3640	1.42	0.4379
Plot No. 2, Manure—20 tons per hectare	Roots	1.3610	5.52	0.1888
	Stems	1.3622	2.21	0.3583

Table 2

Combined Water in Winter Wheat and Meteorologic Factors
Variety *Hostianum 0237*, sown on unfertilized fallow land

Date of taking samples	Meteorological factors	Combined water (in grams) per 1 gram of absolutely dry plant substance	Dissolved sugar (in %) per 1 gram of added water
December 4, 1934	Mild freezing weather; no snow	1.766	0.4379
December 25, 1934	Settled winter; frosts of — 10°C; 15—20 cm of snow cover	1.139	0.2179
January 7, 1935	Severe winter; frosts from — 25 to — 30°C; 50—60 cm of snow cover; snow crusted	0.989	0.2828

Table 3

Initial Concentration of Sugar Solution and Capability of the System to Combine Water
Variety *Hostianum 0237*, January 7, 1935

Initial sugar (%)	Added sugar solution, in grams	Refractometer readings	Combined water in grams per 1 gram of absolutely dry plant substance
15.1	41.789	1.3590	1.544
20.55	43.132	1.3653	1.006
25.5	43.913	1.3710	0.735
30.0	44.464	1.3780	0.788

is attained by a considerable increase both of combined water and of sugars, primarily, in the roots.

When the supplies of nutritive substances are limited, the capability of plants to combine water (as likewise to accumulate sugars) manifests itself in less measure.

Under favourable meteorological conditions in the fall—winter period, while passing through «hardening», plants acquire the power of withstanding frost. During this period the power of combining water varies.

1. At the beginning of winter (Dec. 4), at low temperatures (around 0°C) in the day-time and freezing at night, plants are capable of combining up to 1.766 grams of water per gram of absolutely dry plant substance.

2. Later on, with a light snow cover (15 to 20 cm) producing warmer conditions, this capability falls to 1.139 grams.

3. Finally, with a normal snow cover (50 to 60 cm) setting up still more favourable (warmer) wintering conditions the amount of combined water, even under very severe frosts (—30°), drops to 0.989 grams.

As is known ([3],[4]), in plants grown under green-house conditions, this capability of combining water is often not to be observed at all.

Thus, combined water in plants is not a fixed or constant thing, but is a sort of response of plants to change of surroundings,—principally to change of meteorological factors.

In view of this fact, it is important to observe combined water in plants in the setting of its dynamics, and this, in turn, requires a sameness of method in determinations. Since, in this respect, the initial concentration of sugar is a very important factor, we ascertained the influence of the concentration of the added sugar solution on the capability of the plant system to combine water. A study of concentrations of from 15 to 30 per cent—that is, those with which it is oftenest necessary to deal in practice—shows (Table 3) that greater concentrations of added sugar solution (b_1) give smaller amounts of combined water in the plant system, which is, theoretically, as it ought to be.

Conclusions

1. The amount of combined water in growths of winter wheat is an inconstant, changing value and represents the response of the plants to changes of meteorological factors.

2. The greatest amount of combined water in winter wheat is to be found during the period of «hardening».

3. Warming the seedlings by covering them with snow leads to a decrease of the amount of combined water in the vegetable system.

4. The amount of combined water in winter wheats during winter time is inter-related with the amount of sugars in the plants.

5. The underground parts of winter wheats possess the greatest capability of combining water and of storing up sugars, and therefore are best able to endure low temperatures.

The use of fertilizers (manure) favourably affects both the amount of combined water and that of sugars in the underground parts of the plant.

6. In tests of frost resistance, the refractometric method of determining the capability of the system to combine water is applicable to vegetable materials containing a comparatively small amount of electrolytes and of dissolved dry substances.

Voronezh Regional Plant Breeding Experimental Station.

Received 5. XI. 1936.

REFERENCES

[1] А. А. Рихтер, Журнал оп. агр. юго-востока, **4**, вып. II (1927). [2] Н. А. Максимов, Труды С. П. о-ва естествоиспытателей, Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции (1908) (1913) (1931). [3] Newton, J. Agr. Science, **14**, 178 and Bull. University of Alberta, No 1 (1922—1924). [4] Р. А. Гортнер, Основы биохимии: ч. I, Коллоиды, перевод под ред. проф. А. В. Думанского (1933). [5] A. W. Dumansky, Koll. ZS., **65**, 179 (1933). [6] А. В. Думанский, Известия Госуд. н.-и. ин-та коллоидной химии, вып. 2 (1934). [7] З. П. Чешева, Известия Госуд. н.-и. ин-та коллоидной химии, вып. 2 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 1

ZOOLOGY

SPECTACLES IN THE ANCHOVY (*ENGRAULIS ENCRASSICOLUS*)

By D. TRETIAKOV

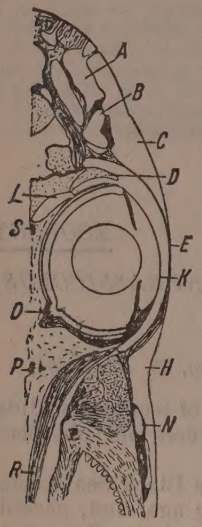
(Communicated by I. Schmalhausen, Member of the Academy, 20. XI. 1936)

The eye of some teleost fishes is furnished with a pair of transparent lids. The latter are found in fish species belonging to various orders and suborders. The Black Sea fauna presents several such fishes.

Among the clupeids, transparent lids are found in the Black Sea species of *Caspialosa*, which was recorded by ichthyologists, long ago, and, according to unpublished data of my own, in the Black Sea sardelle, *Harengula delicatula*). Among the scombresocids, lids of various degrees of development are found in all the Black Sea species of the grey mullet. Among the *Acanthopterygii*, we find them in both species of the mackerel (*Scomber scomber*, *Sc. colias*) as well as in *Trachurus trachurus*. The best developed lid is found in the grey mullet *Mugil cephalus*. The lids of the latter are fused into one transparent circular fold with a central oval aperture. In other fishes, this fold is divided into an anterior and a posterior lid. In species with well marked lids, I have besides described (1930—1936) special dermal cushions permeated with the basophile mucous tissue of the lids to which the transparancy of the latter is due. In the herring, the mackerel and *Trachurus trachurus*, I have found special retractor muscles of the lids, whose origin is different in different species. In *Mugil cephalus* they are absent. It is evident that transparent lids, although superficially similar in the representatives of the various systematic groups, are analogous organs and present an instance of convergence.

Rather than be looked upon as organs of protection, the transparent lids, having the form of three-sided prisms, should, in my opinion, be regarded as structure that characterize the dioptric peculiarities of the fish eye. By refracting, just as glass prisms do, the light rays passing through them, they considerably widen the field of vision of the fish in the horizontal plane of its body. The cushions, which supplement them and are also transparent, permit of the passage of light rays that are parallel to the surface of the head. These rays, penetrating from the cushions into the lids, are refracted or fully reflected on the inside and ultimately reach the pupil. This dioptric influence of the lids and cushions on the light rays is still augmented by a considerable thickening of the posterior scleral margin of the cornea. This thickening serves as a complementary prism (²), correcting the absence of convexity on the posterior cushion. The anterior cushion is convex, con-

forming to the surface of the anterior part of the head, and a thickening of the anterior margin of the cornea would be utterly superfluous.



A horizontal longitudinal section through the head of anchovy at the level at which the optic nerve emerges from the retina. Semi - diagrammatic. Magnified × 10. Skeletal parts in solid black. *A*, *B*—parts of the subocular canal of the lateral line, *C*—anterior cushion, *H*—posterior cushion, *D* — conjunctival fold, *E*—central part of the spectacle membrane, without the mucous tissue, *K*—cornea, *L*—limphatic sinus in the retrobular tissue, *N*—arch of the subocular canal of the lateral line, *O*—optic nerve, *P*—inferior rectus muscle, *R*—posterior rectus muscle, *S*—inferior oblique muscle of the eye.

An investigation of the eye of the anchovy (*Engraulis encrassicolus* L. has definitively convinced me of the correctness of my conclusions. In superficially examining this fish, no lids are to be detected, and it looks as though the skin of the head passed directly over the eye to form the cornea, just as this is the case in a great many other fishes.

If, however, a sagittal section be made through the head and the eye bulb be carefully taken of the orbit, it is found that its external aperture is covered with an unbroken transparent membrane. The latter, I regard as resulting from the coalescence of the lids, as a spectacle membrane similar to the spectacles of snake eyes, which, in their turn, result from the coalescence of the embryo's upper and lower lids.

Moreover, topographical relations are not the only evidence of homology of the anchovy's spectacles with the transparent lids of other fishes. The spectacles of the anchovy are supplemented by transparent cushions (Figure). Of these, the anterior one (*C*) extends anteriorly all the way to the nasal apertures and to the anterior external openings of the subocular canals of the lateral line, while the posterior margin of the posterior cushion (*H*) covers the arch of the subocular canal (*N*). The external ducts of the canals pass to the outside through the mucous tissue of the cushion.

The spectacle membrane and its cushions are covered with a thin layer of skin epithelium devoid of gland cells and consists mainly of mucous tissue with diverging thin collagenous fibre bundles passing to its outer surface. The ground-substance contains rows of elongated cells, not connected with the fibres, and differs from that of the lids of the herrings, *Trachurus trachurus*, the grey mullet and the young mackerel in its basophile reaction, which in the case of the anchovy is much weaker than in the last-named fishes.

This tissue, however, does not reach the central part of the spectacles, where, underneath their surface epithelium, a thin dense fibrous membrane remains, which invests the layer of mucous tissue of the marginal area of the spectacles on its median side. In the posterior haft of the marginal area, the fibrous membrane is much thickened.

The thin cornea of the eye (*K*) does not coalesce with the spectacles and shows only a slight thickening on the posterior scleral margin. Here, between the cornea and the iris, we note the annular ligament.

The eye bulb retains the ease of movement. As evidence for the high degree of the latter, we may point to the fact that the eye muscles are well developed, the anterior and posterior recti muscles being especially long

(*K*), while further evidence is furnished by the depth of the conjunctival sac. At the bottom of the very deep anterior sac, a soft and very pliable fold containing limphatic sinuses (*D*) is to be observed, owing to which the sac is capable of a considerable widening of its lateral part.

The retrobulbar space of the orbit is filled with a peculiar semifluid mass containing here and there some few cells and fibrils interlacing to form membranes, and also wide lymphatic sinuses. Owing to these circumstances, the friction of the muscles is reduced to a munimum.

Considering all the peculiar features of the anchovy's eye noted above and comparing them with similar peculiarities of the eyes of other fishes with transparent lids, I cannot but reiterate my (1934) view that transparent lids are an important part of the dioptric apparatus of the teleosts. Special comparative physiological investigations into this problem will undoubtedly shed light on other peculiarities of vision in fishes, equipped with natural spectacles. From both the morphological and the functional point of view, the greatest resmblance to the eye of the anchovy is shown by the eye of the grey mullet, *Mugil cephalus*.

Received
20. XI. 1936.

REFERENCES

[1] D. Tretiakoff, ZS. f. wiss. Zoologie, 137, 3/4 (1930). [2] Д. К. Третьяков, Труды Державного одеського університету, I, Біиология (1934). [3] Д. К. Третьяков, Вісті Академії Наук УССР, 5—6 (1936).